Das Supra-Vestibuläre System bei den Tieren und beim Menschen, mit besonderer Berücksichtigung der Klinik der Blicklähmungen, der sogen. Stirnhirnataxie, der Zwangsstellungen und der Zwangsbewegungen

VON

DR. L. J. J. MUSKENS

AMSTERDAM
N. V. NOORD-HOLLANDSCHE UITGEVERSMAATSCHAPPIJ



DAS SUPRA-VESTIBULÄRE SYSTEM

DAS SUPRA-VESTIBULÄRE SYSTEM

bei den Tieren und beim Menschen, mit besonderer Berücksichtigung der Klinik der Blicklähmungen, der sogen. Stirnhirnataxie, der Zwangsstellungen und der Zwangsbewegungen

VON

DR. L. J. J. MUSKENS

AMSTERDAM

„FELLOW" OF THE ROYAL SOCIETY OF MEDICINE
OF GREAT-BRITAIN. KORRESPONDIERENDES MIT-
GLIED DER SOCIÉTÉ NEUROLOGIQUE IN PARIS



AMSTERDAM

N. V. NOORD-HOLLANDSCHE UITGEVERSMAATSCHAPPIJ

[1934]

INHALTSANGABE.

VORWORT.

Seit überhaupt wissenschaftliche Physiologie getrieben wurde, hat das Auftreten von Zwangsbewegungen nach Verletzungen des Zentralnervensystems einen nie versagenden Reiz auf den Forschungsdrang der Untersucher ausgeübt. In allen Literaturen findet man denn auch Versuche, irgendeine Ordnung in den Erscheinungen nach bestimmten Verletzungen des Hirnstammes zu bekommen. Alle diese Versuche, die meistens aus der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts stammen, sind fehlgeschlagen, muszten fehlschlagen, weil eben die notwendige Voraussetzung — eine genügende Kenntnis der betreffenden Nervenbahnen — fehlte. Das vorliegende Buch will den Beweis liefern, dasz jetzt — nachdem das erste Drittel des 20. Jahrhunderts in fleisziger anatomo-physiologischer Forschung verflossen ist — ein solcher Versuch mit Hoffnung auf Erfolg unternommen werden kann. Ein anderes, viel umstrittenes und mit dem obigen Problem eng zusammenhangendes Kapitel der Nervenphysiologie und -pathologie ist das der koordinierten Augenbewegungen. Schon vor vielen Jahren schrieb ich: Man kann nur dann hoffen die konjugierten Augenbewegungen in der horizontalen und frontalen und vertikalen Ebene zu verstehen, wenn man von allem absieht, was man auf den Kollegbänken über die Funktion der einzelnen Augenmuskeln, über Strabismus, Blicklähmung und konjugierte Deviation gelernt hat, und sich ganz einfach die Frage vorlegt, wie denn die Koordination der Augenbewegungen bei den niedersten Vertebraten von den Fischen aufwärts zustande kommt, und sie dann durch den ganzen sich entwickelnden Vertebratenstamm bis zum Menschen hinauf verfolgt. Es wird dabei die supravestibuläre und oculomotorische Bedeutung des gestreiften Körpers (Corpus striatum) zur Sprache kommen, sowie auch die genauere Lokalisation der supra-vestibulären Blicklähmungen und die Grundlage der sogenannten Vorderhirnataxie. Die diagnostische Bedeutung der Fallneigung nach vorn und hinten bei Affektion des Hirnstammes und in Verbindung damit die Funktion der unteren Oliven wird erörtert werden und schlieszlich auch die Frage nach dem ev. corticalen Ursprung gewisser Augenzwangsstellungen u. dgl. Für das Verständnis der vertikalen Blicklähmungen werden neue Gesichtspunkte beigebracht. Als ein weiteres, aber nicht unerreichbares Ziel erscheint die Möglichkeit, auf Grund einer genauen Kenntnis der supra-vestibulären Bahnen, die sich überall im Hirnstamm verbreiten, eine genauere Lokaldiagnostik der krankhaften Prozesse im Hirnstamm zu schaffen.

Schlieszlich will ich bemerken, dasz ich davon Abstand habe nehmen müssen, andere wichtige Erkrankungen wie Paralysis agitans, Pseudosclerose und Wilsonsche Krankheit zu behandeln. Ich habe mich auf die Untersuchung der Stirnhirnataxie und der Stirnhirntumoren, sowie des postencephalitischen Parkinsonismus beschränkt. Doch bleibt es dringend nötig, dasz auch die erstgenannten Krankheiten unter Berücksichtigung

der jetzt vorliegenden Erfahrungen über die supra-vestibulären Kerne und Bahnen erneut durchforscht werden, um so mehr, als jetzt eine solche Arbeit, gestützt auf genaue anatomische Untersuchungen der Stammganglien, eine viel weiter gehende funktionelle Differenzierung. eine bessere Grundlage unsrer Einteilung und eine genauere Kenntnis der Bedeutung der verschiedenen Striatumabschnitte verspricht, als es bisher möglich war.

So viel wie möglich sind diejenigen Aufsätze genau referiert worden, welche die einschlägige Literatur besonders gut berücksichtigen. Einzelne Abschnitte enthalten schon in andren Sprachen Publiziertes. Die infolgedessen entstandene Wiederholung gewisser Hauptsachen braucht nicht notwendig ein Nachteil zu sein.

Den gegenwärtigen Verhältnissen entsprechend habe ich das Werk wesentlich abkürzen müssen. Deshalb wurde die erneute ausführliche Beschreibung der Versuche an den verschiedenen Tierordnungen in deutscher Sprache in Portefeuille gehalten und anstatt jener Originalabschnitte kurze Zusammenfassungen der eigenen Untersuchungen eingefügt; an Säugern: Brain 1914, S. 353—426 und 1922, S. 454—478; an Tauben: Journal of Comparative Neurology, Bd. 48, 1929, S. 267—292 und Bd. 50, 1930, S. 289—331; an Goldfischen: Psychiatrische en Neurologische Bladen, 1930, S. 1—32. Andre Abschnitte, wie über vergleichend-anatomische experimentelle und pathologische Untersuchungen über die untere Olive, habe ich im Anatomischen Anzeiger (Bd. 77, 1934, S. 369—408) und im Archiv für Psychiatrie (Bd. 102, 1934, H. 5) publiziert; vorläufige Mitteilungen findet man in Revue Neurologique 1931, II, 1 juillet und Rassegna Internationale di clinica, 1928, S. 1—12. Auch der Abschnitt über die Kerne der zentralen grauen Substanz sollte woanders publiziert werden, weshalb Kap. 14 nur einen kurzen Auszug daraus enthält. Teilweise aber wurden meine vergleichend-anatomischen Studien über den Gegenstand in Kap. 26 ausführlicher dargestellt. Über die horizontalen Blickzwangsstellungen wurde bereits im Monatschrift für Psychiatrie und Neurologie, Bd. 84, 1930, S. 268 und über die vertikalen in der Deutschen Zeitschrift für Nervenheilkunde, Bd. 115, 1930, S. 81 publiziert. Ausführliches über die Abhängigkeit des hinteren Längsbündels vom Pallidum findet man im Schweizer Archiv für Neurologie und Psychiatrie, Bd. 26, 1930, S. 27—39; in diesem Werke sind blos Zusammenfassungen jener Artikel aufgenommen worden.

Zur besseren Orientierung über das Material, das sich in etwa 40-jähriger Untersuchungs- und Beobachtungszeit angesammelt hat, habe ich dem Sachregister die „Richtlinien der Untersuchung" beigegeben. Der Leser wird gebeten, eine Reihe von Hollandismen (z.B. „Fallneigung zur Seite", statt „nach der" Seite usw.), ungewöhnliche Schreibweisen (z.B. „sz" statt „ss"), die oft etwas knappe Beschriftung der Bilder zu entschuldigen. Aus technischen Grunden war eine Änderung nicht mehr möglich.

August 1934. DER VERFASSER.

ABSCHNITT I.

Die Bedeutung der Palaemobilität und der Zwangsbewegungen für Anatomie, Physiologie und Klinik des zentralen Nervensystems.

KAPITEL I.

EINLEITUNG.

§ 1. Grundlinien der Untersuchung.

Im Folgenden sollen in zusammenhängender Form die Resultate von Untersuchungen mitgeteilt werden, die mich seit vielen Jahren, eigentlich seit 1896 (erste Mitteilung: Literaturstudie der einfachen Zwangsbewegungen als Störungen des Bewegungsgleichgewichts, erschienen in: Psychiatrische Neurologische Bladen vom Jahre 1897, Abt. 4) beschäftigt haben. Die Idee zu dieser Arbeit entstand, als ich in den Sommern 1892 und 1893 in der zoologischen Station von Nieuwediep an Haifischen nach systematischer Verletzung des Hirnstamms Zwangsbewegungen auftreten sah. Obgleich mein Lehrer TH. W. ENGELMANN der Meinung war, dasz diese Untersuchungen zu keinem Ergebnis führen würden, da sich im Laufe des 19. Jahrhunderts die besten Physiologen mit diesem Thema ausgiebig befaszt hätten und seitdem keine neuen Untersuchungsmethoden zur Verfügung ständen, konnte ich doch nicht umhin, diesen Fragen weiter intensiv nachzugehen. Im Vordergrund meines Interesses standen sowohl Befunde an niedrigen und höheren Wirbeltieren, wie auch solche an symmetrisch gebauten Invertebraten, die nach Verletzungen des zentralen Nervensystems überall und regelmäszig typische Zwangsbewegungen aufweisen. Man findet diese Zwangsbewegungen in der Entwicklungsreihe der Vertebraten unter bestimmten Umständen, solange das Cerebellum und mit ihm das Mittel- und Zwischenhirn die Führung haben. Gleiches gilt auch für die höheren Säuger, solange nicht, wie bei den Primaten und Menschen, das Groszhirn das führende Organ geworden ist und die aufrechte Körperhaltung zu einer grundsätzlichen Umstimmung aller vestibulären und -supra-vestibulären Funktionen geführt hat. Diese Untersuchungen über die Zwangsbewegungen in drei Ebenen erstrecken sich unter Berücksichtigung anatomischer und physiologischer Gesichtspunkte auf Kaltblüter, Warmblüter und Menschen; sie erschienen mir um so eher berechtigt, nachdem sich herausgestellt hatte, dasz die Zwangsbewegungen auch in der menschlichen Pathophysiologie eine wichtige Rolle spielen und uns in der Lehre von den nervösen Funktionen einen erheblichen Schritt weitergebracht haben. Die vergleichende Betrachtung der anatomisch-physiologischen Befunde hinsichtlich der sekundären vestibulären Verbindungen bei Vierfüszlern mit denen beim Menschen lassen auch einige andere schwierige Probleme in

neuem Licht erscheinen; ich denke hier an die ungeklärte Frage der Blicklähmungen, ferner an die nicht weniger umstrittenen verschiedenen Deviationen des Kopfes und der Augen, an die durchaus nicht sichergestellte Funktion und Bedeutung der unteren Oliven mit ihren auf- und absteigenden Bahnen, an die noch immer nicht geklärten ataktischen, vom Groszhirn, vor allem vom Vorderhirn, ausgehenden Störungen, dann an die seit einem halben Jahrhundert stets ergebnislos verlaufenen Untersuchungen über den Verlauf der willkürlichen Blickbahn, an die MAGNUS-DE KLEYNschen Reflexe, das Vorbeizeigen u.a. Wir haben bei unsern Untersuchungen mit der Verletzung des Nervus vestibularis und seiner primären und sekundären Kerne begonnen und haben uns dann mit der Symptomatologie des Corpus striatum als des tertiären vestibulären Endkerns beschäftigt. So entstand die Lehre von der Palaeo-Motilität d.h. der Motilität als Funktion der auf- und absteigenden vestibulären Verbindungsbahnen; ich unterscheide dabei an diesem System:

1. Die primären vestibulären Kerne in der Oblongata und im cerebellären Kernkomplex.
2. Die supra-nucleären Mittelhirnkerne und ihre wichtigste Verbindungsbahn mit den primären vestibulären Kernen, das hintere Längsbündel.
3. Die palaeo-striären Kerne und ihre Verbindungen mit den unter 2 genannten metathalamischen und mesencephalen Kernen.
4. Die untere Olive als supra-vestibuläres Organ mit ihren neostriären Verbindungen einerseits, mit der zentralen grauen Substanz des Thalamus anderseits.

§.2. *Die verschiedenen Richtungen der Zwangsbewegungen und die entsprechenden Deviationen der Augen.*

In diesem System finden die Fallneigungen (nach vorn und hinten, nach rechts und links), die Fortbewegungen vor- und rückwärts, die konjugierten Augenbewegungen — und die entsprechenden Blicklähmungen — in drei Dimensionen ihre natürliche Stelle. Diese Zwangsbewegungen in drei Ebenen, die ich praktisch genommen an allen bilateral symmetrischen Tierformen wahrgenommen habe, möchte ich in folgender Weise definieren: eine Zwangsbewegung ist eine Bewegungsform eines bilateral symmetrischen lebenden Organismus, die von der normalen nach vorn gerichteten Fortbewegung immer im gleichen Sinne in einer bestimmten Richtung abweicht. Charakteristisch ist, dass Lähmung von Muskeln, bezw. von Muskelgruppen, sowie Ausschaltung von Sinneswerkzeugen (einseitige Taubheit oder Blindheit) nicht direkt an dem Zustandekommen der Zwangsbewegung beteiligt sind, während selbstverständlich eine bestimmte Verletzung des zentralen Nervensystems, welche die Zwangsbewegungen ausgelöst hat, daneben auch Lähmungen oder Veränderungen im Gesichtsfelde verursachen kann.

Im Laufe der Zeit sind wiederholt Thesen über das Auftreten der

Zwangsbewegungen aufgestellt worden, denen zum Teil heute kaum mehr als eine historische Bedeutung beizumessen ist. So glaubte FLOURENS [1]) dasz die Zwangsbewegungen in der horizontalen Fläche nach Verletzung eines horizontalen Bogenganges infolge Ausfalles horizontal laufender Fasern im Hirnstamm entstünden. Er hielt die Rollbewegung für eine Folge des Ausfalls von Querbahnen im Stamm und meinte, dasz auch das Vorwärtslaufen bei Warmblütern nach beiderseitiger Durschschneidung der Crura cerebri, sowie das Rückwärtslaufen nach verschiedenen anderen Verletzungen auf einem Ausfall der cerebellaren Funktionen beruhe.

Da aber Zwangsbewegungen auch nach Verletzungen des Labyrinths zur Beobachtung kommen, wurde das Auftreten von Zwangsbewegungen immer wieder folgerichtig mit der Funktion dieses Organs in Verbindung gebracht. So glaubte GOLTZ, dasz sie von seinem „Gleichgewichtsorgan" abhängig seien, das — nach SCHIFF— die translatorischen Bewegungen des Körpers und namentlich des Kopfes reguliere. Die Körperbewegungen, die durch Labyrintherregung entstehen, seien deshalb bei der Manegebewegung als Gesichtsschwindel, bei der Rollneigung als Defensivreaktionen aufzufassen. HENLE, GRATIOLET, LEVEN, BROWN-SEQUARD und VULPIAN sahen die Zwangsbewegungen als eine Art Schwindelerscheinung an, im Sinne einer Impulsion von FLOURENS. Dasz der *Manegebewegung* nach Labyrinth-Vestibularisläsion von den älteren Physiologen kaum Beobachtung geschenkt worden ist, erklärt sich daraus, dasz das Versuchstier für physiologische Untersuchungen im vorigen Jahrhundert vornehmlich der Frosch war. Bei diesem Tiere sind die *Rollbewegungen* viel auffälliger als die Manegebewegungen. Erst in den letzten Jahren ist es infolge Ausdehnung der Versuche auf andere Tierarten mit verschiedenen Lebensgewohnheiten und Fortbewegungsweisen möglich geworden, die prinzipielle Gleichwertigkeit der Zwangsbewegungen in der frontalen Ebene (Rollbewegungen), in der horizontalen Ebene (Manegebewegungen) und in der vertikalen Ebene (Überschlagen nach vorn und hinten) zu erkennen. Man kam zu der Erkenntnis, dasz eine richtige Analyse der verschiedenen Zwangsbewegungsformen — welche bei einer Läsion des peripheren vestibulären Organs und des N.vestibularis unmöglich ist — erst dann vollständig durchgeführt werden kann, wenn man die betreffenden aufsteigenden sekundären Vestibularisverbindungen durchschnitten hat. Besonders die wenig auffällige Form der Zwangsbewegung in der vertikalen, sagittalen Ebene, die sich meistens — wenigstens bei Menschen — nur in der Neigung nach vorn oder hinten zu fallen äussert, kann auf Grund einer solchen Analyse die gebührende Beachtung finden. Bis zu Beginn dieses Jahrhunderts war der Gedanke, dasz die Zwangsbewegungen infolge einer Lähmung durch asymmetrische Innervation der Körperhälften zustande kämen, vorherrschend. Noch POLIMANTI meinte, dasz nach asymmetrischer Verletzung des Hirn-

---

1) FLOURENS: Recherches expérimentales, 1842, S. 486.

stammes beide Körperhälften fähig seien, gut koordinierte, wenn auch weniger zahlreiche, Impulse zu erhalten. Diese Theorie ist sicher als ein Fortschritt anzusehen gegenüber Meinungen, wie sie ONIMUS, DELAGE, GOLTZ, LUCIANI und unlängst auch WINKLER und MAGNUS vertreten haben, die die Zwangsbewegungen stets für eine Folge irgendeiner Form von Parese oder von Tonusverlust hielten. In Hinsicht auf diesen letzten Punkt möchte ich die kategorische Behauptung aufstellen, dasz ein einseitiger oder asymmetrischer Tonusverlust, der ja wiederholt von Autoren als Ursache der Zwangsbewegungen bezeichnet worden ist, keinesfalls für das Auftreten von Zwangsbewegungen verantwortlich zu machen ist, ebensowenig wie eine Lähmung je eine Zwangsbewegung hervorrufen kann. WILSON und PIKE leugnen ausdrücklich Unterschiede des Muskeltonus in ihren Beobachtungen.

Diese Forscher brachten aber auch das Problem seiner Lösung nicht näher als sie das Nachrechtsgehen der Katzen nach Wegnahme der rechten Groszhirnhemisphäre auf das Fehlen der „muscle control" der linken Körperhälfte zurückführten.[1]) BARDs Theorie [2]) über die Entstehung von Manegebewegung durch asymmetrische zentripetale Reize (nämlich Hemianopsie bei Manegebewegung und Asymmetrie der Rollempfindung bei Rollbewegung) wird weiter unten behandelt werden.

Charakteristisch für die Zwangsbewegung ist ferner, dasz dabei in gröszerem oder kleinerem Masze von den beweglichen Körperteilen (Schwanz, Pfoten, Augen) assoziierte Stellungen eingenommen werden (BETHE, LOEB). Mit einer ausgesprochenen Zwangsbewegung sind also analoge Zwangshaltungen der entsprechenden Teile verbunden. Statt einer Zwangsbewegung zeigt sich nicht selten eine partielle Zwangsstellung z.B. der Augen: es ist dann freilich eine Zwangsstellung ohne Zwangsbewegung.

Die Zwangsstellung der Augen (die hier am deutlichsten auftritt, aber auch in entsprechender Weise bei anderen beweglichen Teilen: den Flossen, den Extremitäten, vorkommt) kann sich in einer Blickabweichung nach einer bestimmten Richtung äussern. Man kann aber auch dann schon von einer Zwangsstellung der Augen sprechen, wenn die Augen nicht in die entgegengesetzte Richtung gewendet werden können (Blickparese). Beim Menschen kennen wir: Blickparese oder Schwierigkeit den Blick nach einer Seite zu wenden, ohne ausgesprochenen Blickzwang und ohne Zwangsbewegung. Andrerseits sehen wir bei Warmblütern (Katze, Taube) nach umschriebener Verletzung des Hirnstammes Manegebewegungen in Form von Kreisbewegungen auftreten, wobei Blickzwang resp. Zwangsbewegungs-Nystagmus der Augen vollständig zu fehlen scheint, zum mindesten nicht deutlich vorhanden ist. In der Tat zeigt ein solches Tier häufig nicht mehr als eine gewisse Vorliebe, nach rechts

---

1) G. WILSON und F. PIKE: Philosoph. Transactions, 1913, Bd. 203, S. 159.
2) L. BARD: Rev. Neur., 1918, I, S. 299.

oder links, nach oben bzw. unten zu blicken, was besonders stark bei Fortfall bestimmter Hemmungen, so z.B. bei leichter Narkose oder nach einem epileptischen Anfall, hervortritt. So kann sich das Syndrom infolge der Kompensation bestimmter Abweichungen ausschlieszlich in einigen unbedeutenden Symptomen äuszern.

Partielle Zwangsstellung gewisser Teile kommt auch als Folge einer scharfumschriebenen Verletzung des Zentralorgans — meistens des Hirnstamms — vor. Durch eine Verletzung der bestimmten Hirnteile kann eine Teilerscheinung einer Zwangsbewegung mit einer entgegengesetzt gerichteten Zwangsbewegung kombiniert werden, wobei also der physiologische Zusammenhang der Zwangszustände verloren geht. So hat man beobachtet, dass bei Menschen die Deviation des Gesichtes nach *einer* Seite mit einer konjugierten Abweichung der Augen nach der *anderen* Seite verbunden sein kann.[1])

§ 3. Kombinationen von Zwangsbewegungen.

In der gesammten Wirbeltierreihe treten gewisse Zwangsbewegungen mit einer solchen Regelmäszigkeit miteinander kombiniert auf, dasz man hier einen inneren biologischen — und auch einen anatomischen — Zusammenhang annehmen musz. So beobachtet man bei den Fischen und den Vierfüszlern mit horizontal gerichteter Wirbelsäule (ebenso wie bei Octopoden nach Verletzung des Cerebralganglions und bei Insekten nach Verletzung des Supraoesophagealganglions) nach einseitiger Durchschneidung des hinteren Längsbündels neben einer Manegebewegung nach der gesunden Seite gleichzeitig eine Rollbewegung nach der kranken Seite. Wir werden weiter sehen, dasz wenigstens bei den höheren Säugern die Kombination der *Manegebewegung* nach der einen mit *Rollbewegung* nach der andren Seite sicherlich zum Teil auch darauf beruht, dasz im hinteren Längsbündel die aufsteigenden Bahnen, welche diese Zwangsbewegungen kontrollieren, eng zusammen verlaufen. Dies trifft auch zu für das dritte Neuron, die Verbindung zwischen den Kommissurkernen und dem Pallidum.

Beide Bewegungen treten so regelmäszig zu gleicher Zeit auf, dasz man doch wohl an einen biologischen oder auch mechanischen Zusammenhang denken musz. *Neigt* sich doch auch ein Fahrzeug oder Flugzeug nach der einen Seite beim Wenden des Bugs nach der anderen! Ausnahmen von dieser Regel bilden gewisse Befunde bei Menschen und Vögeln, die auf biologische Eigentümlichkeiten, auf die wir später ausführlich zurückkommen werden (die gewohnte Lage im Raume, Lage und Form der betreffenden Bahnen und Kerne), zurückzuführen sind.

Im allgemeinen unterscheidet man bei den obengenannten Tierarten Zwangsbewegungen in drei Ebenen: In der horizontalen Ebene: Manegebewegung mit koordinierter seitlicher Abweichung von Kopf und Augen, eventuell der Augen allein als zugehöriger Zwangsstellung. In der

[1]) H. A. KOOYKER: Zeitschr. für klin. Med., 1894, Bd. XXIV, S. 605.

frontalen Ebene: Rollbewegungen mit entsprechender schiefer Haltung des Kopfes und entgegengesetzter Abweichung beider Augen (das Auge derjenigen Seite des Tieres, nach der die Rollbewegung d.h. die Lokomotion gerichtet ist, sieht, vom Tiere aus gesehen, nach unten, das andere sieht nach oben). In einer früheren Untersuchung [1]) hatte ich Gelegenheit, darauf hinzuweisen, dasz diese bei den Vierfüszlern so wichtige Zwangsbewegung auch mit Rollen der Augen um ihre eigene Achse in der Richtung der Zwangsbewegung verbunden ist. In der sagittalen oder vertikalen Ebene unterscheidet man: Aufbäumbewegung und Purzeln nach vorn und hinten mit entsprechender Zwangsstellung der Augen (und eventuell anderer beweglicher Körperteile).

Hierbei ist zu bemerken, dass beim Sturz vor- und rückwärts in derselben sagittalen Ebene das Purzeln nach vorn keineswegs wie bei der Roll- oder Manegebewegung nach rechts und links das Spiegelbild des Sturzes nach hinten darstellt.

Auszerdem treten beim Überschlagen nach vorn und hinten ganz verschiedene Muskelgruppen in Funktion. Ich werde zu zeigen versuchen, dasz die für das Überschlagen nach vorn und hinten verantwortlichen Kerngruppen sich auch in dem Zentralorgan räumlich anders verhalten als die für die zwei andren Zwangsbewegungen. Die auszerordentlich grosze Bedeutung dieser beiden Bewegungsformen für die elementarste Fortbewegung (das Gehen nach vorn und hinten) veranlasst mich, schon an dieser Stelle die Aufmerksamkeit auf dieses Phänomen zu lenken. Erweist doch die physiologische Analyse, dass die Lokomotion nach vorn erstens aus einer Fallbewegung nach vorn und zweitens aus einem daran anschlieszenden reflektorischen Anziehen der Extremitäten besteht.

§ 4. *Einflusz von Körperhaltung und Lebensgewohnheiten auf die Zwangsbewegungen.*

Als der aufrechte Gang die natürliche Bewegungsart des Menschen wurde, d.h. als die bis zum Schädel horizontale Lage der Wirbelsäule zu Gunsten einer vertikalen Lage der Wirbelsäule aufgegeben wurde, muszten natürlich auch die menschlichen vestibulären Funktionen gerade in Bezug auf Horizontal- und Frontalebene sich vollkommen verändern gegenüber den Vestibularisfunktionen des gesammten Vertebratenreiches.

Da das Lernen des aufrechten Ganges hohe Anforderungen an den kindlichen Organismus stellt und sogar eine fundamentelle Veränderung der Knochen- und Eingeweidefunktionen, wie sie sich phylogenetisch, in unzähligen Generationen, entwickelt hatten, hervorruft, macht sich diese tiefgreifende Veränderung dort, wo eine Muskelschwäche oder eine Insuffizienz des Nervensystems besteht (Gewisse Formen des Schielens, Nystagmus bei in der Jugend aufgetretener Blindheit usw.) besonders stark bemerkbar.

---

[1]) L. J. J. MUSKENS: Verhandlungen der Kon. Akad., 1902, 2e Sektion, Teil VIII, Nr. 5.

Obgleich englische Autoren wie WOOD JONES [1]) und TREACHER COLLINS [2]) den Einflusz des Baumlebens der Primaten in seiner Wirkung auf eine Anzahl von Organen studiert haben, ist merkwürdigerweise den einschneidenden Veränderungen, die das ganze Gleichsgewichtssystem erleiden muszte, keinerlei Aufmerksamkeit geschenkt worden, ebensowenig den Augenbewegungen und den zahllosen Reflexmechanismen, welche mit der Lage im Raum und der Lokomotion, mit dem binoculären Sehen, mit der Verschmelzung der Gesichtsfelder, mit dem stereoskopischen Sehen zusammenhängen. Man kann wohl annehmen, dasz trotz des Verlustes zahlreicher, in vielen Generationen erworbener komplizierter Reflexe doch einige beibehalten wurden, obgleich beim Übergang zum Baumleben in erster Linie die Lage der Wirbelsäule (diese wird von nun an vertikal unter dem Kopfe getragen) bis zum Schädel verändert wurde, dann aber auch die Lage des Schädels selbst im Raum. Währenddem nach GIRAUD [2]) beim Gorilla, Orang, Chimpansee, bei den niederen Affen und allen niederen Säugern in ihrer gewöhnlichen Körperhaltung der horizontale Bogengang in einer horizontalen Ebene liegt, ist das nicht mehr der Fall beim Neanderthaler und beim Homo sapiens. Hier hat nicht nur der horizontale Bogengang, sondern auch das ganze Labyrinth Hand in Hand mit dem Aufheben des Kopfes eine Neigung von 30 ° nach hinten erfahren. Von einer anatomischen Anpassung des nach allen Seiten festgelegten Organes kann deshalb keine Rede sein; wohl aber von funktioneller, denn für die Perzeption der Drehung in der horizontalen Ebene ist die gewöhnliche Haltung der Menschen die beste. GIRAUD bemerkt dazu, dasz die Haltung des Kopfes derart, dasz der horizontale Bogengang horizontal steht, doch die Funktion erleichtern zu können scheint, denn ein Mensch, der sich gegen eine schwere stumpfe Gewalt wehren will (der Boxer!) biegt unwillkürlich den Kopf 30 ° nach vorn.

Die höchsten Funktionen des Gesichtsorgans (genaue Wahrnehmung und Fixierung von Form und Farbe, Akkomodation, Konvergenz), ebenso die der Extremitäten und der Hirnrinde haben sich wohl erst mit dem Baumleben und durch dieses entwickeln können, vielleicht von dem Augenblick an, als auch die vorderen Extremitäten nicht mehr zur Vorwärtsbewegung gebraucht wurden, sondern zum Erlangen und Greifen der Nahrung frei wurden. Es erscheint die Annahme berechtigt, dasz das Fehlen der sonst im Tierreiche allgemein vorkommenden heftigen Zwangsbewegungen bei den aufrecht gehenden Primaten vornehmlich auf dem Ausfall der Funktion zahlloser Ruhe- und Bewegungsreflexe beruht, welcher mit der Aufgabe der horizontalen Stellung der Wirbelsäule zu Gunsten der vertikalen Stellung verbunden war. Daneben wird auch die hemmende Wirkung

---

1) WOOD JONES: Arboreal man, London 1918.

2) TREACHER COLLINS: Transactions Royal Opthalmological Soc. Unit. Kingd., 1921, S. 29.

3) GIRAUD: Annales des Maladies de l'oreille, 1922, XLI, S. 378.

des Prosencephalons auf die niederen Zentren eine Rolle gespielt haben. Wie wenig diesen Verhältnissen bis jetzt Rechnung getragen worden ist. geht aus PRÉVOSTs Worten auf dem Internationalen Physiologen-Kongress, Amsterdam 1907 hervor, als er zum „Beweis" der Identität der Roll- und Manegebewegung (sic!) sagte [1]: „Mettez l'animal (das eine Rollbewegung ausführt) sur un pivot et on verra le changer en mouvement de manége!" Die grundlegende Verschiedenheit dieser beiden Zwangsbewegungen konnte also merkwürdigerweise demselben Beobachter entgehen, dem wir so wichtige Erkenntnisse über die konjugierte Deviation von Kopf und Augen beim Menschen verdanken. Es ist deshalb auch nicht verwunderlich, dasz bis auf den heutigen Tag weder Physiologen noch Kliniker der Tatsache Beachtung geschenkt haben, dasz bei den aufrecht gehenden Primaten die gewöhnlichen Zwangsbewegungen in der horizontalen (d.h. Manegebewegung) und vor allem in der frontalen (d.h. Rollbewegung) Ebene verschwunden sind, und dass man bei den höheren aufrecht gehenden Tierformen nur noch eine konjugierte Deviation von Kopf und Augen an Stelle der Manegebewegungen (und sogenanntes MAGENDIE-HERTWIG-Schielen, sowie zur Seite fallen an Stelle der Rollbewegungen) beobachten kann.

§ 5. *Zwangsbewegungen und Kompensationsreflexe; ihre Abhängigkeit vom Vestibularorgan.*

Bei niederen Tieren kann man solche Zwangsstellungen leicht auslösen, indem man das Tier, z.B. einen Frosch (am besten nach Ausschaltung des Vorderhirns) auf ein Brett setzt und dann die Lage des Bretts verändert. Dreht man das Brett um eine vertikale Achse nach rechts, so nimmt der Frosch eine Stellung an, die zur Manegebewegung nach der anderen Seite gehört, es zeigt sich mit anderen Worten eine konjugierte Deviation von Kopf und Augen nach links und eine entsprechende Haltung des Rumpfes und der Extremitäten. Stellt man das Brett etwas schräg, so dasz das rechte Auge etwas tiefer als das linke steht, so nimmt das Tier eine Stellung ein wie bei der Rollbewegung nach links. Bei der Bewegung des Kopfteils des Bretts nach unten nimmt das Tier die Kopfsturzhaltung nach hinten an, bei der entgegengesetzten Bewegung die nach vorn.

Schon seit langem ist bekannt (FLOURENS, BAUDELOT), dasz die Zwangsbewegungen nicht von den Otolithen allein abhängig sein können, denn Insekten vermögen auch nach Wegnahme beider Otolithen oder der diesen funktionell entsprechenden Organe unter dem Einflusz des halbseitigen Ausfalls des Sehvermögens Manegebewegungen auszuführen. Als STEINER [2]) und AXENFELD [3]) ein Auge bei Otolithenlosen

---

[1]) Internationaler Congress für Neurologie und Psychiatrie, Amsterdam 1907.
[2]) J. STEINER: Physiologie des Zentralnervensystems, Köln 1898.
[3]) AXENFELD: Archives Italiennes de Biologie, 1899.

(Käfern und Fliegen) schwärzten, traten bei diesen Tieren Manegebewegungen nach der Lichtseite auf, während photophobe Insekten unter gleichen Versuchsbedingungen nach der Seite des geschwärzten Auges Manegebewegungen ausführten (LOEB). Auch TRENDELENBURG und KÜHN [1]) konnten bei Schildkröten nach doppelseitiger Entfernung der Otolithen noch Kompensationsbewegungen auf der Drehscheibe feststellen. Ebenso hören diese Bewegungen auch erst nach völligem Ausschlusz optischer Eindrücke auf. Es ist nicht richtig, dasz nach Wegnahme der Otolithen jede Spur von Kompensationsbewegung der Augen fehlt (RADL [2])). Für die von BARD [3]) aufgestellte Theorie der konjugierten Deviation läszt sich vielleicht in der Tatsache des Auftretens von Manegebewegungen nach der sehenden Seite bei einseitig blinden niedrigen Tieren eine biologische Grundlage konstruieren. BARD ist der Meinung, dasz sich Kopf und Augen des hemianopischen Patienten reflektorisch einstellen bezw. sich dem brauchbaren Gesichtsfeld des gesunden Auges zuwenden. Auch Beobachtungen von KALISCHER [4]) am Papagei (Verletzung des r. Epistriatum: Ausfall des linken Hauptgesichtsfeldes, Manege nach rechts) sprechen in diesem Sinne. Dagegen hat DEJERINE an Hand klinischer Fälle (konjugierte Deviation bei schon früher blinden Patienten) bewiesen, dasz diese Theorie jedenfalls für den Menschen nicht stimmt. Ich selbst besitze auf Grund verschiedener darauf gerichteter experimenteller Untersuchungen an Katzen und Tauben zahlreiche Beweise, die mir eindeutig für die Unabhängigkeit der Manegebewegungen vom Gesichtsfeld zu sprechen scheinen. Ausgesprochene Manegebewegungen kommen ohne Ausfälle im Gesichtsfeld vor und umgekehrt. Schon allein die Tatsache, dasz Verletzungen der Medulla oblongata viel lebhaftere Zwangsbewegungen verursachen als weiter oral im Hirnstamm gelegene spricht gegen die Lehre von BARD. Ferner läszt sich keiner — operativ entstandene — Ausfall im Gesichtsfeld denken, welche die Rollbewegungen erklären könnte. Obgleich man bei niederen Tieren (und auch bei Tauben nach Erblindung eines Auges) eine Vorliebe für derartige Bewegung nach der sehenden Seite hin wahrnehmen kann, besonders bei stark nach dem Gesichtssinn orientierten Tieren (Tauben haben total gekreuzte Nervi optici und die optischen Fasern übertreffen bei Vögeln und Teleostiern an Zahl alle andern centripetalen Nervenfasern zusammen), so kann es keinem Zweifel unterliegen, dasz als wichtigste und häufigste Quelle der Zwangsbewegungen die Störungen der Vestibularisfunktion anzusehen sind.

Auch die Frage, ob der Einflusz des vestibulären Organs ein einseitiger oder ein doppelseitiger ist, ist für die einzelnen Tiergattungen ver-

---

1) TRENDELENBURG und KÜHN: Arch. f. An. u. Physiol., 1908, S. 184.
2) RADL: Biolog. Centr. Bl. 1906, XXVI, p. 977.
3) BARD: Revue neurologique, 1918, I, S. 299.
4) KALISCHER: Abhandlungen der Akad. der Wissensch., Berlin 1905, IV, S. 1—103.

schieden zu beantworten. Während die Eidechse nach Wegnahme eines Labyrinths, etwa des rechten, den Kopf nach rechts wendet und auch nach rechts dreht, und nur bei (passiver) Drehung nach rechts Kompensationsbewegungen zeigt (TRENDELENBURG und KÜHN S. 41) habe ich bei Octopoden einen doppelseitigen Einflusz eines Otolithen auf die Kompensationsbewegung (in der frontalen Ebene) beobachten können.[1]) Schildkröten behalten bei Drehung des Körpers um ihre Längsachse die normale horizontale Lage des Kopfes bis zu einer Drehung um 90 Grad bei und zwar auch nach Wegnahme eines Labyrinths. Dieses Verhalten ist nach Ansicht der Autoren dadurch bedingt, dass die Strömung der Endolymphe nach den Ampullen einen enormen Reiz ausübt, welcher bei einer Bewegung nach rechts einsetzt (ein Strömen nach den Ampullen der rechten Seite) und dadurch eine kompensatorische Bewegung verursacht. Fehlt ein Bogengang oder ist der Nerv eines Bogenganges durchschnitten (F. S. LEE [2]), so musz eine Manegebewegung auftreten. Bei Reizexperimenten an den Bogengängen haben LEE und WILSON und PIKE [3]) beobachtet, dasz man sowohl mit schwachem als auch mit starkem elektrischen Strom Reizbewegungen in derselben Ebene, jedoch in verschiedener Richtung auslösen kann. Ich werde darauf an einer anderen Stelle ausführlich zurückkommen. LEE und WILSON bringen diese Beobachtungen mit denjenigen von CAJAL in Verbindung, der zwei Arten von Nervenendigungen in den Bogengängen unterscheidet.

Unter den jüngeren Autoren verdient GROEBBELS erwähnt zu werden, der das Auftreten der Kompensationsbewegung bei Tauben nach Verletzung der einen Hälfte der Oblongata auf das Funktionieren des vestibulären Kerne der anderen Hälfte zurückführt.

Mag diese Vorstellung richtig sein oder nicht, soviel ist sicher, dasz wir es bei der Zwangsbewegung mit einer Lokomotion in einer bestimmten Ebene zu tun haben, die unter einem abnormen Einflusz seitens des Vestibular-Organs oder der intrazentralen Verbindungen der betreffenden Oblongatakerne in einer bestimmten Richtung abläuft. Bei der Bestimmung der Richtung spielt ganz sicher auch die sonstige Reflexkonstellation eine Rolle, denn BIJLSMA und VERSTEEGH [4]) konnten zeigen, dasz bei Mäusen und Meerschweinchen die Rollbewegung bald in dieser, bald in jener Richtung abläuft, je nach der Stellung, die man den Kopf einnehmen läszt. Auch bei Insulinkrämpfen, bei epileptischen Anfällen und in der dem epileptischen Anfall folgenden Periode automatischer Bewegungen sind Zwangsbewegungen eine häufige Erscheinung.

Ich möchte diese Allgemeinbetrachtungen über die Zwangsbewegung nicht abschlieszen, ohne zu erwähnen, dasz auch schon MAGENDIE, SCHIFF und BROWN-SÉQUARD und VAN DEEN, später EWALD, BECHTEREW u.a. sich

---

1) L. J. J. MUSKENS: Arch. f. (A. u.) Physiologie, 1903, S. 49.
2) F. S. LEE: Journ. of Physiol., 1894, XVII, S. 192.
3) WILSON und PIKE: Philosophical Transactions, 1913, Bd. 203, S. 127.
4) BIJLSMA und VERSTEEGH: Pfluger's Archiv., Bd. 197, 1922, S. 423.

mit diesem Problem befaszt haben, in letzter Zeit auch WALLENBERG, SPILLER und SPITZER, deren Untersuchungen in den folgenden Kapiteln eingehend berücksichtigt werden.

Es ist natürlich nicht möglich gewesen, der gewaltigen Literatur über die einschlägigen anatomischen und physiologischen Tatsachen auch nur annähernd gerecht zu werden. Ich habe mich darauf beschränkt, nur die mir prinzipiell wichtig erscheinenden Arbeiten anzuführen. Die Literatur über die Zwangsbewegungen der Wirbeltiere, die Blicklähmung und die konjugierte Deviation beim Menschen habe ich mich bemüht, möglichst vollständig zu berücksichtigen, und zwar in der Weise, dasz ich vor allem diejenigen Arbeiten angegeben habe, in denen man sich am besten über die (schon bestehende) einschlägige Literatur unterrichten kann.

KAPITEL 2.

VORKOMMEN VON ZWANGSBEWEGUNGEN IN DREI EBENEN NACH VERLETZUNG VON OTOLITHENORGANEN UND VERSCHIEDENEN GEHIRNTEILEN BEI VERSCHIEDENEN GRUPPEN NIEDERER, WIRBELLOSER TIERE.

a. Hinsichtlich der niedrigsten Organismen (Coelenterata) möchte ich nur anführen, dasz ENGELMANN[1]) im Anschlusz an DELAGEs Wahrnehmungen bei Arthropoden annahm, dasz bei den Ctenophoren, bei denen ein Otolith auf *4 feinen Kalkbögen* liege, eine von der normalen abweichende Stellung auf einen der Bögen einen besonderen Druck ausübe. Dadurch werden reflektorisch die lokalen Ruderbewegungen ausgelöst, die das Gleichgewicht dieses noch nicht bilateral symmetrischen Tieres wiederherstellen. Dieser Apparat der Ctenophoren ist der phylogenetisch älteste Otolithenapparat.

Die Siphonophoren besitzen eine Luftblase, die als Otolith dient. Sie verlieren ihr Gleichgewicht, sobald die Luft entweicht. Bei den meisten wirbellosen Tiere ist nach Entfernung der Otolithen ausser dem Verlust des Gleichgewichtes auch eine Atonie der Muskeln deutlich erkennbar. Trotz zahlreicher übereinstimmender Beobachtungen haben die Zoologen immer noch Bedenken den Otolithen als ein statotonisches Organ aufzufassen. Sie verweisen dabei auf die Tatsache, dasz man zwischen den

---

[1]) ENGELMANN, Zoologischer Anzeiger, 1887, S. 439.

Otholithen der sich am schnellsten und der sich am langsamsten fortbewegenden Tiere keinen Unterschied aufweisen kann (HENSEN).

In der Tat fand VERWORN [1]), dasz derjenige Teil der Tiere, der nach experimenteller Läsion den Kalkkranz behält, ebenso das Gleichgewicht bewahren kann, wie das ganze Tier.

Y. DELAGE [2]) sagt, dasz bei den Gastropoden das Gehörbläschen der Pterotracheiden der Aufrechterhaltung des Gleichgewichts in drei Ebenen diene und HYIN [3]) ist der Meinung, dasz die Wegnahme eines Gehörbläschens nichts ausmache, während das Fehlen beider Gehörbläschen das Gleichgewicht aufhebe.

b. Kopffüssler (Mollusca). Obgleich diese Tiere nur eine doppelte Oto- oder Stato-Cyste und keine Bogengänge besitzen, treten doch nach Wegnahme eines Otolithen Rollbewegungen nach der operierten Seite hin auf. Nach Wegnahme beider Otolithen stürtzt das Tier vornüber. Ersteres entspricht dem bei allen Wirbeltieren nach Sektion des Nervus vestibularis oder Exstirpation des Vestibulums beobachteten (siehe weiter unten) Rollen nach der kranken Seite. Das Purzeln nach Exstirpation beider Otolithen entspricht ebenfalls den allgemein nach doppelseitiger Exstirpation des Vestibulums auftretenden Zwangsbewegungen in derjenigen Ebene, in welcher das Gleichgewicht des Tieres am stärksten gestört ist (siehe S. 75). In Ruhelage nehmen die Fangarme des operierten Octopoden (Loligo, Octopus oder Eledone) eine kreisbogenförmige Stellung ein, wenn er auf dem Boden des Bassins liegt (Abb. 1).

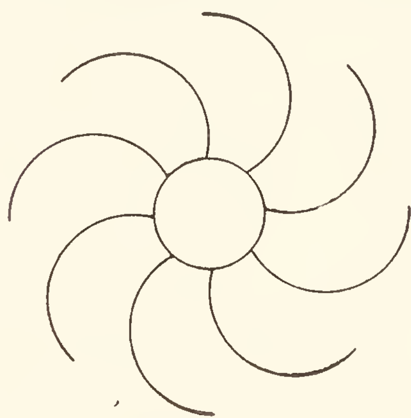


Fig. 1. Stand der Arme eines Kopffüsslers nach linksseitiger Otholithen-Exstirpation.

Dieses Verhalten steht in Übereinstimmung mit der von MAGENDIE, LOEB und wiederholt von mir [5]) angeführten Tatsache, dasz bei einer Zwangsstellung alle beweglichen Organe (Augäpfel und Gliedmassen einbegriffen) eine übereinstimmende Stellung einnehmen. Damit scheinen endgültig die seit VULPIAN immer wieder auftauchenden Theorien erledigt zu sein, nach denen irgendein Missverhältnis zwischen Extensoren und Flexoren der Extremitäten Vorbedingung zum Zustandekommen der Zwangsbewegung sein soll. CLAUDE BERNARD [6]) hat zuerst darauf hingewiesen, dasz eine Funktionsstörung im Sinne einer peripheren Lähmung bei den einseitigen Zwangsbewegungen, sei es Manege- oder Rollbewegung, nicht vorkommt. Selbst ein so scharfsichtiger Beobachter

---

1) HENSEN: Pflügers Arch., Bd. 74.

2) VERWORN: Pflügers Arch., Bd. 50, 1891, S. 423.

3) DELAGE: Arch. Zool., Exp., 1887, S. 26.

4) HYIN: Zentralblatt f. Physiologie, Bd. 13, 1900, S. 691.

5) L. J. J. MUSKENS: Arch. f. (Anat. u.) Physiol., 1904, S. 49.

6) CLAUDE BERNARD: Leçons de la physiologie et la pathologie du système nerveux, Paris 1858, S. 505.

wie UEXKÜLL[1]), der Manegebewegung nach der gesunden Seite auftreten sah, wenn er auf einer Seite den von ihm als hinterste Kommissur bezeichneten Gehirnteil der Octopoden durchschnitten hatte, hielt damals das Auftreten solcher Zwangsbewegungen für bedingt durch ein angebliches „Knicken des Genicks". Und BETHE fasste die Zwangsbewegungen bei seinen Krebsen als eine Art von Parese oder von Tonusverschiedenheit der beiden Körperhälften auf, M. FISCHER ebenfalls.[2])

Die Wahrnehmungen an den Kopffüsslern sind auch deshalb von besonderer Bedeutung, weil hier die Zwangsbewegungen zustandekommen, unabhängig von der Art der Lokomotion, die das Tier macht. Bekanntlich kriechen die Octopoden auf ihren Tastarmen mittels der Saugnäpfe vorwärts; dagegen geschieht die rasche Fluchtbewegung rückwärts bei geschlossenen Fangarmen, indem die Mantelglocke rhythmisch leergestossen wird; wird nun bei einem Cephalopoden der vordere Teil des Dorsalganglions auf der rechten Seite verletzt, so kriecht das Tier in Manegebewegungen nach rechts und beschreibt bei rascher Rückwärtsbewegung ebenfalls einen Kreis nach rechts. Wenn bei einem Weichtier einer andern Klasse (Schnecke) das infra-oesophageale Ganglion auf einer Seite zerstört wird, so kriecht das Tier erstens viel langsamer, dann aber auch stets in Manege nach der verwundeten Seite.

Schon E. YUNG[3]) hat am Zentralnervensystem der Octopoden mit einer glühenden Nadel auf der rechten Seite die Verbindung zwischen Supra- und Infra-oesophagealganglion verletzt, worauf das Tier nach rechts rollte. Dagegen sah er nach Einstich in das r. zentrale Ganglion von Portunus Manegebewegung nach links auftreten. DUBOIS[4]) beobachtete nach Durchschneidung der Kommissur der zerebroiden Ganglien, ein Organ, das FREDERICQ[5]) den Hemisphären der Taube gleichsetzt, zwangsmäsziges Rückwärtsgehen der Tiere. Bereits DELAGE[6]) hatte bemerkt, dasz der Eledone, der gewöhnliche Tintenfisch, wenn er seiner Otolithen beraubt ist, nicht mehr die Fähigkeit besitzt, sich seine Schwimmrichtung zu wählen. Bei Verschlusz beider Augen, culbutiert das Tier mehrere Male, bevor es seine endgültige Haltung einnimmt. Der Polybris, ein brachyurer Decapode, macht schon nach Entfernung der Octocysten zahlreiche Purzellbäume nach vorn.

Bereits LABORDE und DELAGE haben erkannt, dasz das Vestibularorgan (der Fische) keinen einfachen Sinnesapparat darstellt, sondern dasz ihm auch eine sensitiv-motorische Funktion zukommt.

---

1) V. UEXKULL: Zeitschr. f. Biologie, 31, 1899, S. 593.

2) M. FISCHER: Hand. der norm. u. path. Physiologie v. Bethe, Bergmann etc., Bd. 11, S. 800.

3) E. YUNG: Arch. de Zool., VII, 1879, S. 401.

4) DUBOIS: Comptes Rendus Soc. Biol., 1885, S. 242.

5) FREDERICQ: Arch. de la Caze Duthiers, VII, 1878.

6) DELAGE: Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Vol. 103, 1886, S. 798.

Fröhlich [1]) fand bei einigen Formen dieser Klasse, die ihre Bewegungen besonders langsam ausführen, häufig überhaupt keine Otolithen.

Arthropoden. Y. Delage stellt fest, dasz bei der Mysis ein den Otolithen vergleichbares Organ in der ersten Antenne eingeschlossen ist, Kreidl vermochte durch einen sehr eleganten Versuch bei Krebsen Zwangsstellungen auszulösen, indem er die Otolithen entfernte und leichtere oder schwerere Metallpartikel an ihre Stelle legte. Bereits Delage hat die Bedeutung dieses Organs als Vermittlers der unwillkürlichen Kompensationsbewegungen der Glieder bei einer Veränderung der Lage im Raum erkannt und hat in diesem Sinne als ein Vorläufer von Hogyies, Magnus und de Kleyn zu gelten.

Bezüglich der bei Arthropoden nach Verletzung des peripheren — und auch des zentralen — Organs beobachteten Zwangsbewegungen ist es wichtig zu wissen, dasz die Lebensweise der Tiere und die von ihnen gewöhnlich eingenommene Haltung von groszem Einflusz sind auf die wesentlichsten Zwangsbewegungen, d.h. also, das periphere und das zentrale Organ sind so gebaut, dass sie besonders geeignet sind, das Gleichgewicht in derjenigen Ebene zu erhalten, in der es bei dem betreffenden Tier am meisten gefährdet ist. So fällt z.B. Corystes, der sich gewöhnlich im Meeressand aufhält, nach Wegnahme der Antennula auch bei offenen Augen immer wieder rückwärts. Krabben und Krebse, die durch ihre 6 oder 8 Füsse gut gegen laterale Abweichungen geschützt sind, überschlagen sich auch stark rückwärts.

Jordan [2]) weist darauf hin, dasz die krebsartigen Tiere, die einen langen Schwanz besitzen, ausgesprochenere Manegebewegungen auszuführen pflegen, als die Tiere mit kurzem Schwanz; nach Läsion des Schlundganglions macht das Tier nach der gesunden Seite Manegebewegungen. Die Stellreflexe dieser niederen Tiere wirken rasch und prompt. Wenn auch die höheren wirbellosen Tiere fast ausnahmslos mit Hilfe von Otholiten in der einen oder anderen Form ihr Gleichgewicht bewahren, so gibt es doch zweifellos auch Tierklassen, unter ihnen besonders Tierformen mit langsamen Bewegungen wie Squilla mantis (Delage [3])), die keinen eigentlichen Otholiten besitzen, und die sich mittels ihres Gesichts- und Gefühlssinnes orientieren. Es gibt Krebse, die in der Regel keine Otolithen besitzen; diese Tiere schwimmen jedoch auf dem Rücken (Prentiss [4])). Buddenbrock [5]) bemerkt, in Übereinstimmung mit Delage, dasz sich die krebsartigen Tiere mittels Statocysten im Raum orientieren, wobei auch die Augen und ein allgemeiner Lagereflex eine Rolle spielen. Besonders für gewisse marine Krebse, die im roten Wasser (das die Tiere wohl als tiefschwarz empfinden) auf dem Rücken schwim-

---

[1]) Fröhlch: Pflügers Arch., Bd. 102, S. 415.

[2]) Jordan: Pflügers Archiv, 1910, Bd. 131, S. 378.

[3]) Delage: Arch. de Zool. Experim., 1887, V, S. 26.

[4]) Prentiss: Bulletin of the Museum of Comp. Neurol. Harvard Coll., 1900, 1901.

[5]) Buddenbrock: Zoolog. Jahrbücher (Psych. Abt.), Bd. 34, 1914, S. 429.

men, sind die Augen für die Raumorientierung von Wichtigkeit. Ohne Statocysten überschlagen sich die meisten Krebse nach hinten. Der Lichtrückenreflex ist sowohl für die statocystenlosen pelagischen Crustaceen wichtig als auch für die Copepoden. Wenn man das Licht von verschiedenen Seiten nacheinander in das Bassin einfallen läszt, kann man sehen, wie sich die Tiere durch Purzelbäume plötzlich anders zu orientieren versuchen. Hieraus kann man schlieszen, dasz sich auch diese kleinsten mit plattem Schwanz versehenen Seetiere, ebenso wie die Cetaceen, mit Vorliebe und wegen der Besonderkeit ihrer Bewegungswerkzeuge der Methode des Überschlagens bei der Fortbewegung bedienen.

AXENFELD [1]) hat mit Insekten experimentiert. Wenn man ein Auge oder homonyme Augenhälften schwärzt, so macht das Tier nach der sehenden Gesichtshälfte Manegebewegungen. Sind beide Augen geschwärzt, so zeigt es eine deutliche Neigung zurückzugehen. LOEB (1918) berichtet von einer Fliege (Proctocanthus), die nach Schwärzung der unteren Hälfte beider Augen Opisthotonus zeigt. Es ist bekannt, dasz geköpfte Fliegen auch noch ohne Kopf (d.h. ohne Supraoesophageal Ganglion) laufen können. Was die Verletzung der zentralen Hirnteile dieser niedrigen Tiere angeht, so haben FAIVRE und DEMOOR [2]) festgestellt, dasz einseitige (rechtsseitige) Wegnahme des Ganglion supraoesophagicum Manegebewegung nach links ergibt, was „eine Folge der Herabsetzung der Muskelarbeit einer Körperhälfte" oder einer „falschen Interpretation der Umwelt" sein soll. Tatsächlich beobachtete er Manegebewegungen nach der gesunden Seite im Gefolge verschiedener Verletzungen des Hirns, ohne die Kreuzung der Fasern zu erwähnen, die schon ZWAMMERDAM in seinen Zeichnungen angegeben hatte. Die Frage, ob die avertebraten niederen Tiere und die Fische mit dem Otolithenorgan auch hören können, ist oft diskutiert worden. PIPER [3]) beobachtete Aktionsströme im N. antero-vestibularis bei der Schwingung von Lauten. Obwohl die bekannten Versuche PARKERS nicht dagegen sprechen, wird doch die PIPER'sche Schluszfolgerung von WINTERSTEIN [4]) stark angezweifelt. Seewürmer reagieren sicher auf Schalleindrücke, doch brauchen sie deshalb noch nicht eine Hörfunktion zu besitzen.

---

[1]) AXENFELD: Arch. de Biol., 1899.
[2]) DEMOOR: Arch. de Zool. Exper., 1891, S. 190.
[3]) PIPER: Physiol. Centralblatt, 22, 1908, S. 1796.
[4]) WINTERSTEIN: Physiol. Centr. Blatt, 22, 1909, S. 760.

KAPITEL 3.

BEOBACHTUNGEN AN NIEDEREN WIRBELTIEREN, SPEZIELL AN FISCHEN.

§ 1. Beobachtungen an Acraniern.

Amphioxus, der ein lebhaftes Interesse in biologischen Kreisen erregte, ist ein schädel- und labyrinthloses 5—7 cm langes Tierchen, das von PALLAS (1774) entdeckt und zuerst für eine Nacktschnecke gehalten wurde, bis YARRELL die Chorda dorsalis fand und es unter die Vertebrate einreihte. Das Blut wird nicht durch ein schlauchförmiges Herz sondern durch röhrenförmige Gefässe mit rhythmischen Pulsationen durch den Körper getrieben. Durch KOWALEWSKI wissen wir, dasz die Geschlechtsprodukte (Eier und Sperma) bei diesem Tier durch den Atreoporus austreten. RETZIUS und JOH. MULLER, STEINER, PARKER und AREY [1]) haben seine Bewegungen studiert, welche äusserst monoton sind. Der Amphioxus bewegt sich nur, wenn er gereizt wird; dann fällt er platt zu Boden, bis er wieder gereizt wird. Während der Amphioxus des Mittelmeeres sich mit dem Kopf voraus in den Meeressand zu bohren pflegt, scheint der amerikanischen Repräsentant (Bermuda) nach AREY mit dem hinteren Ende zuerst in den Sand einzudringen. PARKER schreibt: „The locomotion is a rapid curiously irregular wriggle, often accompanied with somersaultlike movements, which make it impossible to state whether the animal is swimming backward or forward". Einzelne Teile des durchschnittenen Amphioxus führen, jeder für sich, dieselbe schlängelnde Bewegung (STEINER) mit der Rückenseite nach oben aus; jeder Teil fällt platt auf den Boden wie das ganze Tier. Später hat DANILEWSKI [2]) an Amphioxen im Schwarzen Meer nachgewiesen, dasz entsprechend dem ROHDEschen [3]) Nachweis von Rudimenten eines Nachhirns der Vorderteil auf geringere Reize und anhaltender reagiert als der caudale Teil. Mit dieser Einschränkung hat man nicht zu Unrecht den Lanzettfisch als ein Rückenmarkstier bezeichnet.

§ 2. Beobachtungen an Cyclostomen.

Bei den einfachsten (Lanzett-)Fischen kann man eigentlich kaum von einer freien Motilität reden; die nächstverwandten Formen dieses Phylums — die Cyclostomen-Rundmäuler — führen sämtlich ein parasitäres Leben, indem sie sich an beweglicheren Wasserbewohnern fest ansaugen. Die Lanzettfische besitzen überhaupt kein Otolithenorgan; die zweite Gruppe der Rundmäuler, die Myxinoiden, haben ein ganz einfaches Otolithenorgan — vergleichbar dem der wirbellosen Tiere — sie haben auf beiden Seiten ein Täschchen mit je einer Ampulla anterior, die durch einen fast vertikal laufenden Kanal, den man als primitive Form eines Bogenganges interpretiert, miteinander verbunden sind. RETZIUS sieht in dem

---

[1]) AREY: Jnl. of Exp. Zoology, 19, 1915, S. 38.
[2]) DANILEWSKY: Pflügers Arch., Bd. 52, 1892, S. 394.
[3]) ROHDE: Zoologischer Anzeiger, 1888, S. 190.

Kanal die Anlage eines Utriculus der höheren Fische und KETEL sagt: „Am richtigsten scheint es, wenn wir überhaupt auf die Annahme eines Bogenganges verzichten und den Ductus semicircularis als den oberen Teil eines ringförmigen Vestibulums auffassen". Die Wegnahme eines Labyrinths verursacht stärkere Störungen als die Abtragung beider (AYERS [1]). Nach Wegnahme des einen Organs hat das Tier die Neigung auf der operierten Seite zu liegen.

Bei den Petromyzonten (erste Abteilung der Cyclostomen) nahm CYON [2]) wahr, dasz eine Verletzung der Bogengänge (Verletzung des einzelnen Bogenganges ist ihm wohl nicht gelungen) eine Abweichung von der Schwimmrichtung bewirkt, und zwar in Form von Manege- und Rollbewegung nach der kranken Seite. CYON weist zum ersten Mal darauf hin, dasz die Bogengänge anatomisch und physiologisch mit den Augenmuskelkernen in engem Zusammenhang stehen; er folgert daraus, dasz der Bogengangsapparat das Organ zur Orientierung im Raum mittels der Augenbewegungen sei. Hier finden wir also in der Literatur zum ersten Mal einen Hinweis auf die besondere sensumotorische Natur des Vestibularorgans, worauf ich später zurückkommen werde.

Bekanntlich vertrat CYON die Vorstellung, dasz die Orientierung im Raum von dem Bogengangssystem, das ein Sinnesorgan darstellt, abhängig ist, und dasz die einzelnen Bogengänge die Orientierung in den verschiedenen Ebenen ermöglichen. So einfach scheinen aber die Dinge, wie weitere Untersuchungen lehren, nicht zu liegen und die Beweise, die er dafür anführt, dasz die Cyclostomen mit nur 2 Bogengängen in der Bewegungsfähigkeit beschränkter sind und die Tanzmäuse Manegebewegung machen, halten einer Kritik nicht stand. Es ist richtig, dasz nach Verletzung des Labyrinths bei den Petromyzonten keine Zwangsbewegungen in der *vertikalen* Ebene auftreten. Ich selbst habe auch nach Verletzung des Hirnstammes nie diese (vertikale) Zwangsbewegung beobachten können. Es erscheint mir in dieser Hinsicht erwähnenswert, dasz auch viele andere Tiere, die 3 vollständige Bogengänge besitzen, kaum je eine Zwangsbewegung in der vertikalen Ebene machen. Ferner musz man in Betracht ziehen, dasz die zwei vorhandenen Bogengänge keineswegs senkrecht aufeinander stehen (RETZIUS). Die ursprünglichen Angaben RAWITZ' über gewisse Defekte des Labyrinths der Tanzmäuse sind übrigens von späteren Forschern (TACO KUIPER [3])) nicht bestätigt worden, dagegen sind die CYON'schen Feststellungen, dasz nach Reizung des einzelnen Bogenganges Zwangsbewegungen in der Ebene der jeweiligen gereizten Bogengänge erfolgen, von den Nachprüfern (EWALD, LEE) als richtig anerkannt worden. Namentlich KUBOs und KREIDLS Versuche [4]) und Ergebnisse ihrer Beobachtungen der Nystagmusrichtung

[1]) AYERS: Journal of Morphology, VI, 1892.

[2]) CYON: Gesammte Abhandlungen, 1907.

[3]) T. KUIPER: Vergl. S. 36.

[4]) KUBO: Pflügers Archiv, Bd. 114, 1906, S. 174.

nach mechanischen und thermischen Reizen sprechen in diesem Sinne. Warum die Nystagmusrichtung für die Richtung der damit verwandten Zwangsbewegungen maszgebend ist, wird später erörtert werden (SS. 6, 72, 164, 184).

Die neuesten Untersuchungen über das Labyrinth der Cyclostomen-Petromyzonten verdanken wir DE BURLET und C. VERSTEEGH [1]). Sie stellen fest, dasz bei den Petromyzonten zu beiden Seiten des stark unter dem Einflusz des Saugmundes zusammengedrängten Kopfes eine blasenförmige Ampulle mit je zwei Bogengängen existiert, und dasz in den Ampullen durch das schon von JOH. MÜLLER festgestellte Flimmerepithel, das bei keinem anderen Wirbeltier vorkommt, zwei Flüssigkeitswirbel entstehen, die aber in den Bogengängen keine Strömungen verursachen. Es gibt hier noch keinen pericanalikulären Liquor wie bei den höheren Vertebraten. Es ist erstaunlich, dasz bei diesen Tieren schon Kompensationsbewegungen vorhanden sind, u.a. Zirkelschwimmen auf der Drehscheibe der Drehrichtung entgegen, das von Rollbewegungen unterbrochen wird. Nach Labyrinthwegnahme erfolgt Rollstellung der Augen. Obwohl ausführliche Versuchsreihen besonders am Hirnstamm dieser Tiere noch nicht vorliegen, so kann doch aus diesen Beobachtungen schon geschlossen werden, dasz das Labyrinth, obwohl noch nicht mit drei Bogengängen versehen, doch im Prinzip schon die Funktionen des vollständigen Bogengangsapparates erfüllt. Bei Ganoiden finden sich zum ersten Mal drei Bogengänge, d.h. hier tritt zum ersten Mal ein canalis externus auf. Hier sehen wir auch nach Exversion der Vorderhirnwand (KAPPERS) zum ersten Mal die Anlage des Palaeostriatum angedeutet. Diese Tiere zeigen zum ersten Mal eine freie Beweglichkeit in drei Ebenen. Man musz wohl in dem ersten Auftreten der freien Beweglichkeit in drei Ebenen bei den Ganoiden (welche den Rundmäulern noch fehlt) und in dem ersten Auftreten von drei Bogengängen sowie dem zum ersten Mal in die Erscheinung tretenden Palaeostriatum mehr als eine Zufälligkeit sehen. Die von JOHNSTON bei Myxinen gefundene dürftige Entwicklung der Commissura posterior — von JANSEN [2]) übrigens nicht bestätigt — dürfte ebenfalls mit der beschränkten Lokomotionsweise der Rundmäuler zusammenhängen.

§ 3. *Beobachtungen an lebenden Petromyzonten.*

Es ist merkwürdig, dasz die theoretisch so wichtige Tiergruppe der Cyclostomen den Physiologen bis jetzt so selten als Untersuchungsobjekt gedient hat. Der Grund dafür liegt vielleicht in den einfachen und monotonen Lebenserscheinungen dieser Schmarotzer. Ich selbst habe während einiger Wochen Petromyzon fluviatilis in einem langen schmalen Tank im Zoologischen Garten beobachtet, um ihre Zwangsbewegungen nach lokaler Verletzung des Hirnstammes genauer studieren zu können.

[1]) DE BURLET und C. VERSTEEGH: Acta oto-laryngologica, Suppl. XIII, 1930.
[2]) JANSEN: Jnl. Comp. Neur. 49, 1930, S. 442.

Wenn man lebhafte Teleostier (Goldfische) beobachtet hat, so kann man sich nichts Langweiligeres denken als die Beobachtung dieser Saugparasiten, die in geringer Wassertiefe an der vertikalen Bassinwand festgesogen liegen und auf einen kräftigen Reiz kaum reagieren, durch keinerlei Kunstgriffe, es sei denn durch rohe Gewalt, zum Loslassen gebracht werden können. Wenn man mit ziemlicher Anstrengung das Tier von der Wand abgepreszt hat, so fängt es an, heftige schlangenartige Schwimmbewegungen auszuführen, wobei es dicht unter der Wasseroberfläche bleibt, und mit erhobenem Kopf immer vorwärts stürmt, bis es an irgend einen festen Gegenstand anstöszt und sich wieder daran festsaugt. Stellreflexe sind da, denn das normale Tier wirft sich, auf den Rücken gelegt, sofort auf den Bauch. Auch musz man wohl einen gewissen primitiven Gesellschaftssinn annehmen, denn die verschiedenen Tiere liegen oft nahe beieinander an der Wand. Kurz, man bekommt den Eindruck, dasz es sich hier um eine durch Schmarotzertum entartete Tierform handelt, bei der die sonst bei Fischen so ausgeprägten Gesichts- und Geruchssinne und überhaupt alle Sinnesorgane in Wegfall gekommen sind. Namentlich Art und Weise der Fortbewegung scheint den Bedürfnissen des echten Parasiten angepaszt. Sie geschieht immer in gerader Linie, mit leicht erhobenem Kopfe, ziemlich nahe der Wasseroberfläche zu dem Zweck, sich in irgend ein Lebewesen mittels des scharfzähnigen Saugmundes einzubohren. Ich beobachtete nie eine spontane Änderung der Vorwärtsbewegung, doch wollen DE BURLET und VERSTEEGH [1]) eine solche gesehen haben.

Nach BREHM gelingt es den schnellen und gescheiten Teleostiern nur in den seltensten Fällen sich dieses unerwünschten Gastes zu entledigen. Die Beobachtung der Zwangsbewegungen nach Nadelstichverletzungen, die an verschiedenen Stellen des Hirnstammes vorgenommen wurden, hat den Eindruck, dasz man es bei diesem Tiere mit einer heruntergekommenen Abart eines ursprünglich besser ausgestatteten, aber sehr niedrig entwickelten Urcranioten zu tun hat, nur bestätigen können. Eine vollständige echte Roll- und Manegebewegung, wie sie die Selachier und Teleostier ausführen, habe ich nach den verschiedenen Hirnläsionen niemals beobachten können; angedeutet waren sie wohl in den rückartigen Bewegungen der von der Wand losgelösten Tiere. In einem Fall von Verletzung der rechten Vestibularisgegend trat sowohl Neigung zum Rollen wie zur Manegebewegung nach rechts auf. Dasz jedoch alle drei Typen von Zwangsbewegung bei diesen niedrigen Cranioten, die ein nur abortiv entwickeltes Labyrinth besitzen, angedeutet sind, halte ich für prinzipiell wichtig. Ich bringe es in Verbindung mit dem Vorhandensein des hinteren Längsbündels, des tr. habenulo-peduncularis und habenulo-bulbaris (JOHNSTON), vielleicht auch des tr. thalamo-mamillaris und thalamo-bulbaris und eines, bei diesen Tieren allerdings nur gering entwickelten,

---

[1]) DE BURLET und VERSTEEGH: Acta oto-laryngologica, XIII, Suppl. S. 46.

Corpus striatum (JOHNSTON's primordium hippocampi); dabei sind — wahrscheinlich infolge der parasitischen Lebensweise — alle Nervenfasern marklos, was die Untersuchung ungemein erschwert. Das Zentralnervensystem erscheint infolge des ausserordentlich stark entwickelten Saugapparates erheblich zusammengepreszt und verzogen, so dasz EDINGER, HERRICK, JOHNSTON und andere Anatomen nur sehr schwer die Homologie der verschiedenen Hirnteile mit den höheren Formen festzustellen vermochten (Vergl. STERZI [1]).

Aus diesen allerdings noch unvollständigen Beobachtungen und Überlegungen erscheinen hier folgende Schluszfolgerungen erlaubt: Die seit langem ausgestorbenen Urformen der Cranioten, von denen die Cyclostomen die überlebenden parasitisch veränderten Nachkommen sind, stellen die niedrigsten Cranioten dar, bei welchen im Prinzip die freie Lokomotion besteht und zwar nach denselben Grundlinien, die in der weiteren Entwicklung beibehalten werden. Entsprechend dem nur schwach entwickelten Vestibulum sind die hinteren Längsbündel auch nicht voll ausgebildet; das Tier zeigt zwar Stellreflexe, aber doch nur sehr selten seitliche und rotatorische Bewegungen. Im Hinblick auf die starke Entwicklung des Ganglion habenulae mit seinen Verbindungen zu dem Pinealauge einerseits und mit seinen afferenten Bahnen zum Ganglion interpedunculare und zur Medulla oblongata andererseits, erscheint mir die Vermutung berechtigt, dasz dem Ganglion habenulae und dem Fasciculus retroflexus neben der Riechfunktion auch eine lokomotorische Funktion, vergleichbar etwa derjenigen des hinteren Längsbündels, zukommt, und zwar handelt es sich um die Lokomotions- und Augenbewegungen in der vertikalen Fläche. Wenn dies richtig ist, so bedeutet die Existenz des dritten Auges und die von dessen reflektorischen Verbindungen bei den niedrigsten Wirbeltieren, dasz damit die Grundlage eines anatomischen Substrats für die Lokomotion *in der vertikalen Ebene* und zwar *nach oben* geschaffen wurde. (Vergl. S. 129).

Ein richtiges hinteres Längsbündel besitzt das Tier noch nicht. Statt dessen findet man ein grobfaseriges Bündel (Tr. vestibulo-mesencephalicus superior, Tr. octavo-motorius anterior, KAPPERS), das man, vom Nuc. vestibularis superior ausgehend, bis zu seiner Kreuzung knapp caudal von den III-Kernen verfolgen kann. Soweit man nach horizontalen Schnittserien urteilen kann, unterhält das Bündel Verbindungen mit den III-Kernen (BECCARI), aber auch mit der hinteren Commissur; auch sieht man ein gekreuztes Bündel von Fasern sich in den Thalamus verlieren (SCHILLING). Das System der absteigenden Fasern im H.L.B. erscheint schon weiter in der Entwicklung fortgeschritten. Als Ursprungsstelle sind die groszen MAUTHNER'schen und MÜLLER'schen Zellen anzusehen. Ob diese bereits als Vorläufer der Kerne der hinteren Commissur betrachtet werden können, kann bei dem jetzigen Stand unserer anatomischen Kenntnisse weder bejaht noch verneint werden.

---

[1]) G. STERZI: Sistema nervoso centrale, Vol. I, Cyclostomi, Padova, 1907.

KAPITEL 4.

BEOBACHTUNGEN AN SELACHIERN.

§ 1. *Allgemeines.*

Die Selachier besitzen einen höheren Grad von Beweglichkeit; sie haben gleichzeitig — sicher kein zufälliges Zusammentreffen! — ein hoch entwickeltes (drei) Bogengangsystem und auch zum ersten Mal — gleichfalls kein zufälliges Zusammentreffen — ein mächtiges Cerebellum und ein gut ausgebildetes Corpus striatum. Bei den Haien ist bereits das Vertebratenvestibulum voll entwickelt.

Ein Haifisch rollt nach Exstirpation des Bogengangsapparates nach der kranken Seite; wenn die Rollbewegung schwächer wird, führt das Tier Manegebewegungen nach der kranken Seite aus.

Am Ende des vorigen Jahrhunderts wandten LOEB und BETHE ihre volle Aufmerksamkeit dem Auftreten von Zwangsbewegungen bei Haifischen zu, nachdem früher vornehmlich französische Forscher (BAUDELOT, RENZI, FERRIER u.a.) sich mit den Teleostiern beschäftigt hatten und EWALD das sogenannte sechste Sinnesorgan bei höheren Tieren beschrieben hatte. Sie wiesen darauf hin, dasz Verletzungen des caudalen Teils der Medulla oblongata niemals Zwangsbewegungen verursachen, dasz diese jedoch sofort auftraten, wenn man die Gegend der Eintrittsstelle des 8. Gehirnnerven verletzt (LOEB [1])). Eine Zwangsbewegung, sagte LOEB, kann als Beweis dafür aufgefaszt werden, dasz ein vestibuläres Element verletzt ist. STEINERs Auffassung, dasz überall da, wo durch eine Verletzung Zwangsbewegungen ausgelöst werden, auf das Vorhandensein eines allgemeinen Bewegungszentrums geschlossen werden müszte, ist von andren Physiologen nicht geteilt worden. STEINER verdanken wir die Beobachtung, dasz der Hai, der infolge einer Hirnstammverletzung Manegebewegungen ausführt, diese auch dann fortsetzt, wenn der Kopf abgeschnitten und wieder angenäht worden ist. STEINER erklärt diese Erscheinung damit, dasz das Bewegungszentrum, einmal in dieser Art Lokomotion zu autonomer Funktion gebracht, sie fortsetzen müsze. POLIMANTI [2]) bezweifelt jedoch die Richtigkeit dieser Grundbeobachtung.

Er ist mit BROWN-SÉQUARD der Meinung, dasz man oft Augendeviationen ohne Zwangsbewegungen und nicht weniger oft Zwangsbewegungen mit geringen oder ohne Augendeviationen zu sehen bekomme. VULPIAN schlieszt sich endlich dem Gedanken FLOURENS' und MAGENDIEs der „force physiologique" an, die zu der Rotation zwingt, und zwar sei es eine Kraft, die nur wirke, wenn das Tier sich zur Lokomotion anschickt.

---

1) LOEB: Pflügers Arch., Bd. 50, 1800, S. 269.

2) POLIMANTI: Zool. Jahrbücher, Bd. 30, 1910, S. 504.

§ 2. Methoden und Resultate der früheren Forscher.

Die von den Pionieren der Hirnphysiologie des vorigen Jahrhunderts angewandte Methode bestand darin, dasz man nach Eröffnung des Schädeldaches eine der Hirnanschwellungen („Renflements") mit dem Scalpel oder der Schere wegnahm oder aber von der Seite in den Hirnstamm einen Stich oder Schnitt machte; anscheinend ohne das Eindringen der umgebenden Flüssigkeit zu verhindern. Von pathologisch-anatomischer Untersuchung war kaum die Rede, Untersuchung vollständiger Schnittserien kam nicht in Frage, was übrigens bei der geringen Kenntnis der Bahnenanatomie verständlich ist. Darauf ist es wohl zurückzuführen, dasz z.B. TRAUBE-MENGARINI [1]) — damit man besser bei der Autopsie die Läsionsstelle wiederfinden könne — durch das ursprüngliche Einstichloch des Schädels (nach dem Tode) das Instrument noch einmal einführte, als ob man in solch roher Art und ohne sonstige Kontrolle der Richtung des eingestochenen Instruments nicht neue Stichverletzungen setzen könnte.

Weder BAUDELOT [2]) noch VULPIAN konnten bei einseitiger Läsion des Vorderhirns irgend eine Änderung im Verhalten der Teleostier beobachten, doch stimmen sie darin überein, und mit ihnen später TRAUBE-MENGARINI und STEINER [3]), dasz ein tiefer Schnitt durch den Hirnstamm (Mittelhirnbrücke nach vorn bis zum Zwischenhirn) Manegebewegung nach der gesunden Seite hervorruft mit einer Fallneigung des Tieres (Rollneigung) nach der operierten Seite, so dasz man regelmäszig nach rechtsseitigem Einschnitt Manegebewegung nach l. mit einer Rollbewegung nach r.[4]) kombiniert auftreten sieht. Namentlich TRAUBE-MENGARINI und STEINER haben darauf hingewiesen, dasz nur die Verletzung der tieferen Teile des Mittelhirns solche Störungen zur Folge haben. Die heftigen Rollungen nach der kranken Seite nach Schnitt in die Medulla oblongata wurden ursprünglich nicht als von dem vestibulären Elemente abhängig gedacht; STEINER faszte sie als Folge einer Läsion seines „Allgemeinen Lokomotionszentrums" auf. BETHE und LOEB haben zuerst über einen Zusammenhang mit dem N. Acusticus und, da sie bei Läsion der r. Medulla oblongata auch Manegebewegungen nach r. und bei höherer Läsion nach l. bemerkten, von einer Kreuzung der betreffenden Fasern gesprochen. Die stärksten Gleichgewichtsstörungen sah TRAUBE-MENGARINI bei Läsion des Mittelhirns; nach den Zeichnungen dieser Autorin kann man annehmen, dasz der Hauptsitz der Störungen vor allem in der Gegend der Kerne der Commissura posterior zu finden ist.

---

[1]) TRAUBE-MENGARINI: Arch. f. (Anat. u.) Physiologie, 1884, S. 556.

[2]) BAUDELOT: Rech. Exper. sur les fonctions de l'encéphale des poisons. Annal. des Sciences Natur., 1869, I, p. 105.

[3]) STEINER: Funktionen des centr. Nervensystems, II, Fische, 1888, S. 15.

[4]) BETHE (Pflügers Arch. 79, 1899, S. 778) benutzt wohl eine andre Nomenklatur wenn er vom Rollen nach der gesunden Seite spricht. Vergl. meine Bemerkungen SS. 51, 84.

Die Beobachtung, dasz eine Verletzung des Mesencephalons allein (ohne die tieferen Teile) keine Zwangsbewegungen hervorrufe, haben in jüngster Zeit POLIMANTI und TEN CATE wieder angezweifelt und zwar auf Grund von Versuchen lokaler Vergiftung durch Curare und Chinin, die in Salbenform appliziert oder lokal eingespritzt wurden.[1])

Sie wollen danach Manegebewegung nach der gesunden und Rollneigung nach der kranken Seite beobachtet haben.

Da aber weder POLIMANTI noch TEN CATE, wie es scheint, die Gehirne histologisch untersucht haben, so ist nicht zu entscheiden, inwieweit die Läsionen den Zusammenhang des hinteren Längsbündels unterbrochen haben oder nicht. Falls eine solche Kontinuitätsunterbrechung vorliegt, dann gehören diese Beobachtungen in die Reihe der bei den höheren Tieren gemachten Wahrnehmungen (bei Katze und Kaninchen, sowie bei Tauben nach Durchschneidung des r. hinteren Längsbündels: Manege nach l. und Fallneigung nach r.).

Während STEINER schon darauf aufmerksam gemacht hat, dasz nach halb- oder doppelseitiger Durchschneidung des Hirnstammes die Neigung zum Zurückschwimmen (mit Hilfe der Seitenflosssen) niemals vermiszt wird, bemerkt POLIMANTI, dasz nach Durchschneidung der mehr nach vorn gelegenen Regionen (Diencephalon) ein Opisthotonus mäszigen Grades häufig zu beobachten ist. Zweifellos spielt die Schwimmblase, deren Existenz nach FRANZ mit dem Besitz eines enorm ausgebildeten Nuc. anterior thalami einhergeht, eine noch nicht geklärte Rolle bei der nach oben und unten gerichteten Lokomotion der Teleostier. Nach DAMMERMAN [2]) ist der sacculus vasculosus keineswegs eine Drüse sondern ein Sinnesorgan, das diesem Wasserbewohner zur Tiefenschätzung dient.

Sehr bemerkenswert sind STEINERs und POLIMANTIs Mitteilungen über die Zwangsbewegungen der Plattfische, bei denen man am besten erkennen kann, wie ausgeprägt die Neigung zu Zwangsbewegungen bei diesen Tieren ist, auch noch nach so gründlicher sekundärer Anpassung wie bei Platessa, Solea (Sohle) etc.

Bekanntlich tritt bei diesen flach auf dem sandigen Meeresboden hausenden Fischen während ihrer Entwicklung eine Wanderung des einen Auges derart ein, dasz schlieszlich beide Augen auf einer Körperseite (der nach oben gerichteten) liegen. Die flach auf der linken Seite liegenden Tiere überschlagen sich nach Einschnitt in die l. Seite des Hirnstamms nach hinten (d.h. nach der gesunden oben befindlichen Seite, ganz wie die symmetrischen Teleostier), während sie nach Einschnitt rechts vornüber nach unten stürzen; und nach POLIMANTIs Nomenklatur einen Opisthotonus darbieten.

Bei Berücksichtigung aller Resultate der früheren Experimente an Beinfischen zur Klärung der Aetiologie der Zwangsbewegungen, ergibt sich eindeutig, dasz Verletzung der Acusticusregion bei diesen Tieren (sowie

---

[1]) POLIMANTI: Movimenti dei pesci. Zool. Jahrbücher, 30, 1911, S. 433.
[2]) DAMMERMAN: Zeitschr. f. Wissensch. Zoologie, 96, 1910.

bei den Selachiern) zu einer Rollbewegung nach der kranken Seite führt. Höhere halbseitige Einschnitte (bis zum Diencephalon, nicht höher) verursachen vor allem Manegebewegung nach der gesunden Seite, abwechselnd mit Rollungen und Rollneigung nach der kranken Seite. Doppelseitige mehr vorn gelegte Durchschnitte ergeben Neigung zu Purzeln nach oben. Die grosze Rolle des hinteren Längsbündels und die Bedeutung der hinteren Commissur — die die Region des hier interessierenden Teiles des Hirnstamms nach oben abzuschlieszen scheint — für die Entstehung der Manege- und Rollbewegungen wurden damals noch nicht bemerkt.

Hinsichtlich der verschiedenen Sinnesorgane der Fische machen ÜEXKÜLL, STEINER und PARKER darauf aufmerksam, dasz für die Beinfische der Geschmack die Hauptsache ist, während die Selachier vor allem für die Nahrungssuche auf ihre Riechwerkzeuge angewiesen sind (POLIMANTI). Die anatomisch höher differenzierten Teleostier sind viel weniger Riechtiere als die Haifische. STEINER sah, wie die raschen Teleostier die Sardinen aus dem Maule der Haie wegkaperten.

Beim Aal folgt auf Entfernung des Labyrinths (EWALD [1]) Rollen und Manege nach der operierten Seite, dabei soll die Muskelkraft des Tieres, wie Messungen ergeben haben, verringert sein; auch hier erfolgt auf die halbseitige Durchschneidung des Vorderhirns, und selbst des vorderen Teils des Mittelhirns, keine Roll- oder Manegebewegung.

Kompensatorische Augenbewegungen, vergleichbar denjenigen der Octopoden (loc. cit. S. 11), werden auch bei Fischen beobachtet, jedoch tritt hier die Kompensation nicht in dem Sinne auf, dasz bei wechselnder Lage in der vertikalen Ebene das Auge horizontal gerichtet bleibt. Man kann hier besonders deutlich sehen — wie BISHOP HARMAN [2]) bei Acanthias — wie bei jedem Schlag des Schwanzes das Auge einen kompensatorischen lateralen Ruck macht um das Gesichtsfeld zu bewahren.

Was die Funktion des Labyrinthes bei Teleostiern mit abweichender Haltung betrifft, so hat FRÖHLICH [3]) beobachtet, dasz man durch Wasserfüllung der Schwimmblase den Hippocampus zur Aufgabe der gewohnten vertikalen Haltung des Körpers zwingen kann. Dasz auch bei diesen Tieren nach Entfernung des bei ihnen wenig entwickelten Labyrinths die Rollbewegung nach der kranken Seite überwiegt, ergibt sich daraus, dasz sie nach der linksseitigen Operation „von oben gesehen Rollbewegungen im Sinne des Uhrzeigers" ausführen. Dasz ein einfacher Tonusverlust nicht die Ursache davon sein kann, folgt aus meinen Wahrnehmungen (u.a. am Octopus, Abb. 1, S. 14).

Eigene Versuche am Hirnstamm von Goldfischen (cyprinus auratus) haben mich gelehrt, dasz nach Verletzungen oral vom Eintritt des N.

---

1) EWALD: Pflügers Archiv, 116, 1907, S. 188.

2) BISHOP HARMAN: Jnl. of An. and Phys. XXXLV, 1899, S. 27.

3) FRÖHLICH: Pflügers Archiv, 1904, Bd. 106, S. 84.

vestibularis Zwangsbewegungen in der horizontalen und frontalen Ebene namentlich dann auftreten, wenn das hintere Längsbündel getroffen ist; es kommt, entsprechend den Zwangsbewegungen andrer Beinfische, zu Rollbewegungen nach der kranken Seite und zu Manegebewegungen nach der gesunden Seite. Hierbei ist es auffallend, wie viel lebhafter die Rollbewegungen ausgeführt werden als die Manegebewegungen, ein Unterschied, der auch bei Vierfüszlern zu bemerken ist (auszer bei Schildkröten, was verständlich ist auf Grund ihrer eigentümlichen Körperform und ihres in der frontalen Ebene besonders gesicherten Gleichgewichtes).

Was die Fische mit gewöhnlicher Fischform betrifft, so brauchen wir uns über diesen Unterschied nicht zu wundern angesichts der Tatsache, dasz bei diesen meistens rundlichen Tierformen (vgl. S. 8, § 4) das Bewegungsgleichgewicht viel eher im frontalen als im lateralen oder vertikalen Sinn gefährdet ist. Abweichungen von der geraden Linie sind viel weniger zu befürchten, ebensowenig wie dies mutatis mutandis bei den Vierfüszlern der Fall ist. Nach Nadelstich ins Mittelhirn dicht bei der Mittellinie ist häufig beobachtet worden, dasz die Tiere zurückschwimmen.

In der Laterallinie und in dem N. lateralis soll das Organ zur Empfindung des Wasserdrucks liegen. Was die Fortbewegung der Selachier und Teleostier angeht, so sind alle Untersucher darin einig, dasz bei der gewöhnlichen Fischform der hetero- oder bicerke-Schwanz entweder durch rein seitliche, oder durch Schraubenbewegung die gerade Fortbewegung bewirkt; dabei sorgen die Brustflossen vor allem für die Fortbewegung nach oben und unten. Die Rolle der Schwimmblase, die den Cyclostomen, Selachiern und vielen Teleostiern (Scombriden, Plattfischen, Grundfischen und den Scorpaeniden) fehlt, ist bis jetzt noch wenig erforscht. Bei vielen Teleostiern wird die Fortbewegung rein durch Rücken- und Seitenflossenbewegungen bewirkt (Zeus faber, Balistes, Syngnathus oder Seenadel und Hippocampus oder Seepferdchen, Mondfische [1]). Bei den spülförmig gebauten Arten ebenso wie bei den Cyclostomen und bei den Walen unter den Säugetieren kommt die Fortbewegung durch schlangenartige Wellenbewegung des Körpers zustande.

§ 3. *Schluszfolgerungen aus den an Haien gemachten Beobachtungen.*

1. Bei den Selachiern findet man ein voll ausgebildetes Vertebratenvestibulum. Wegnahme des Labyrinths bedingt Rollbewegungen nach der verletzten Seite, wobei die Augen und Flossen die zu diesen Zwangsbewegungen gehörige Stellung einnehmen.

2. Nach Verletzung der Oblongata in der Gegend der vestibulären Kerne erfolgt ebenfalls Rollen nach der verletzten Seite; auszerdem treten nach diesem Eingriff, ebenso wie nach Vernichtung des Labyrinths mitunter Manegebewegungen nach der kranken Seite auf. Durchschneidet man

---

[1]) Näheres bei M. HILZHEIMER und O. HAEMPEL: Handbuch der Biologie der Wirbeltiere, 1913, S. 12.

jedoch die oralsten Teile der Vestibularisgegend, so treten Manegebewegungen nach der gesunden Seite auf, die mit einzelnen Rollbewegungen nach der kranken Seite abwechseln. Je oraler der Schnitt in den Hirnstamm erfolgt, um so mehr treten die Rollbewegungen in den Hintergrund, dagegen erhält die Manegebewegung nach der gesunden Seite einen immer gröszeren Radius.

3. Verletzungen des Kleinhirns haben im allgemeinen keine Zwangsbewegungen zur Folge. Nur bei den geschicktesten Schwimmern mit stark entwickeltem Kleinhirn sind geringe Koordinationsstörungen als Folge der Kleinhirnverletzung beobachtet worden. Bei einseitigen Verletzungen der Vorderhirns sind keine Zwangsbewegungen gesehen worden.

4. Nach doppelseitiger Verletzung des Hirnstammes kommt es zu Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene und zur Einnahme einer senkrechten Haltung (nach oben).

5. Gleiche Beobachtungen wie bei den Selachiern sind bei den benthonisch (nl. am Boden des Meeres) lebenden Torpedineen gemacht worden, nur sind bei diesen infolge der gewöhnlich flachen Lage dieser Tiere auf dem Meeresboden und bei ihrem in der frontalen Ebene gesicherten Gleichgewicht die Rollbewegungen viel weniger lebhaft.

KAPITEL 5.

ANATOMO-PHYSIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AM TELEOSTIER-HIRN.

§ 1. Allgemeines und Geschichtliches.

Wenn man sich die Frage vorlegt, warum bis vor kurzem alle von den verschiedensten Gesichtspunkten aus unternommenen Versuche, die Hirnstammphysiologie der höheren Tiere und Menschen zu erforschen, scheitern muszten, so ist darauf zu antworten: wie zum richtigen Verständnis des Kopfskeletts des Menschen unbedingt die Kenntnis des Selachier- und Teleostierskeletts gehört, aus dem sich das Skelett der höheren Tiere weiter entwickelt hat, so ist ein so viel komplizierteres Gebilde wie der Hirnstamm nur dann zu erfassen, wenn man die Anatomo-Physiologie der niederen Vertebrate gründlich kennt.

Unter unzähligen Autoren, die über dieses interessante Thema gearbeitet haben, finden sich nur ungefähr 15 Forscher, die das Problem von der richtigen Seite angefaszt haben, indem sie, experimentell vom Fischhirnstamm ausgehend, die grundlegenden Erscheinungen zu erforschen versuchten, die in absolut gleicher Weise bei allen höheren Tieren wiederzufinden sind. Ein andrer Fehler der Untersucher lag darin, dasz sie sich damit trösteten, dasz schon Generationen von Hirnforschern, von SCHREUDER VAN DER KOLK und MEYNERT, bis EDINGER, ELLIOT SMITH und HERRICK, usw. wiederholt betont hatten, dasz man — im Wirrwarr der Hirnbahnen — jede einzelne Funktion des Hirnstammes nur dann nachweisen könne, wenn man bei den niederen und höheren Tieren den einzelnen Systemen

nachgespürt habe und zwar unter Berücksichtigung der den einzelnen Gattungen eigenen Lebensgewohnheiten, Haltungen und Fortbewegungsweisen. Dabei hatten die Autoren die Teleostier (d.h. mehr als 20.000 Arten) übersehen und auszer Acht gelassen, Tiere die in einem flüssigen Medium leben, wo eine Lokomotion ebenfalls in drei Ebenen stattfinden kann. In dieser Abteilung finden wir bei den verschiedenen Familien grosze Unterschiede höchst differenzierter und ausgeprägter Art, in Lebensweise und Verhalten, wie sonst in keiner anderen Abteilung. Hier finden wir unübersehbare Versuchsmöglichkeiten; man gewinnt fast den Eindruck, als ob die Natur sich in dieser Tiergruppe, in ihrer vollen formgebenden Kraft ausgelebt hätte, um dann bei den höheren Klassen wie bei Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugetieren höchstens in beschränktem Masze und nun allmählich von dem einmal gewählten Typus mehr oder weniger abzuweichen.

§ 2. *Ergebnissse physiologischer Untersuchungen am Teleostierhirn.*

Es kann nicht meine Aufgabe sein, auch nur andeutungsweise einen Überblick über die gesamten jetzt herrschenden Ansichten bezüglich der Anatomie des Teleostiergehirns zu geben. Ich verweise auf die grundlegenden Untersuchungen VULPIANS, MAYSERS, WALLENBERGS, EDINGERS, HERRICKS, CAJALS, JOHNSTONS, VAN GEHUCHTENS, KAPPERS' usw. Die anfangs bestehenden Hemmungen, die man hinsichtlich des Studiums des Fischgehirns hatte, weil man irrtümlich annahm, dasz bei diesen niederen Tieren gewisse Hirnbahnen unvollständig entwickelt seien, sind mit der Erkenntnis verschwunden, dasz auch schon bei diesen niederen Formen, und vielleicht hier mehr als anderswo, entweder infolge der Neurobiotaxis[1]) oder eines anderen Gesetzes, die Fasern mit gleicher oder gleichartiger Funktion einander suchen müssen und deshalb die Bahnformationen bei diesen geologisch alten Tierklassen verhältnismäszig sehr weit entwickelt sind.

Die Literatur über das Fischgehirn zeigt, dasz seine Anatomie erst in den letzten Jahrzehnten gründlich erforscht worden ist, so dasz ältere Physiologen infolge ungenügender Kenntnisse der anatomischen Verhältnisse sich auf die primitivsten Eingriffe beschränken muszten. Trotz alledem stand Anfang und Mitte des vorigen Jahrhunderts das Problem der Zwangsbewegungen der Fische im Mittelpunkt des physiologischen und neurologischen Interesses; in den letzten 30 Jahren allerdings ist das Problem der Zwangsbewegungen bei den Physiologen nicht mehr sehr aktuell gewesen, wahrscheinlich wohl deshalb, weil die führenden Physiologen, mein Lehrer ENGELMANN an der Spitze, der Meinung waren, dasz hier selbst die besten Physiologen des 19. Jahrhunderts nichts erreicht hätten, und dasz ohne neue Methoden nicht weiterzukommen sei. In Frankreich ist aber seit POURFOUR DU PETIT und DES MOULINS über die Roll- und Manegebewegungen weiter gearbeitet worden. Das ergibt sich aus zahl-

---

[1]) ARIËNS KAPPERS: Folia neurobiol., 1906.

losen zuweilen scharfen und selbst ins Persönliche gehenden Diskussionen und Angriffen über Auftreten und namentlich über die Richtung der Zwangsbewegungen nach gewissen Eingriffen bei Fröschen und Fischen. SERRES und LAFARGUE waren der Meinung, dasz bei höheren Tieren irgend eine Halbseitenlähmung den Zwangsbewegungen zugrunde läge, SCHIFF dachte dagegen nicht an eine Gesamtlähmung der Extremitäten, sondern nur bestimmter Muskelgruppen, während BAUDELOT [1]) und MAGENDIE [2]) an Hand ihrer an Fischen gemachten Beobachtungen auseinanderzusetzen versuchten, wie lückenhaft und einander widersprechend diese Theorien seien. BROWN-SÉQUARD wies darauf hin, dasz eine so minimale, punktförmige Läsion, wie sie durch Extraktion des N. facialis zustande kommt, nach welcher Operation er heftige Rollbewegungen beobachtete, unmöglich ausgedehnte Lähmungen zur Folge haben könnte. Seine Annahme, die lange andauernde Irritation von Nervenbündeln sei die Ursache der lange andauernden und vehementen Rollbewegungen, wurde von VULPIAN als unwahrscheinlich zurückgewiesen. Die Tatsache, dasz man bei einem solchen Tiere zahlreiche Muskelmassen durchschneiden kann, ohne Zwangsbewegungen hervorzurufen, machte VULPIAN gegen beide Theorien in gleicher Weise geltend. Ebenfalls lehnte er die Auffassung HENLEs, GRATIOLETs und LEVENs ab, dasz ein Schwindelanfall die Abweichung der Augen nach einer Richtung bewirke, der Kopf folge dann den Augen und der Rumpf dem Kopf.[3])

Alle Beobachter stimmen darin überein, dasz eine Hemisektion des Stammes oberhalb der Acusticusregion, *Manege*bewegung nach der *gesunden* Seite auslöst. Dabei wurde aber übersehen, was ich schon im Jahre 1894 bei meinen Versuchen beobachten konnte, dasz nämlich mit der Manegebewegung nach der *gesunden* Seite eine gewisse Neigung nach der *kranken* Seite einhergeht; dieses Phänomen tritt mit solcher Regelmäszigkeit auf, dasz man an einen inneren biologischen Zusammenhang denken musz (vergl. S. 6). Spätere Beobachtungen an Teleostiern und Vögeln haben jedoch gelehrt, dasz es von den jeweilig verletzten supravestibulären Gebilden abhängt, ob die Manegebewegung nach rechts eine Rollneigung nach links oder nach rechts begleitet.[4]) Wenn es nach gewissen Verletzungen auch Ausnahmen von der Regel (nach halbseitiger Hirnstammdurchschneidung: Manegebewegung nach der gesunden und Rollneigung nach der kranken Seite) gibt, so erscheint mir diese Regel deshalb von Bedeutung, weil man sie bei allen Tierklassen, auch

---

[1]) BAUDELOT: Annales des Sciences naturelles, 1864, T. 1, S. 108.

[2]) MAGENDIE: Leçons sur la Physiologie générale, Paris 1866, P. 591.

[3]) Man erinnere sich, dasz noch vor kurzem MAGNUS, DE KLEYN und WINKLER dieser sekulären Theorie neues Leben einzuflöszen versucht haben.

[4]) Das von BENJAMINS (Ned. Tijdschr. v. Geneesk., 1931, I, S. 2455) erreichte Resultat (Galvanisation eines N. vestibularis ergäbe Rollstand nach R. oder L. und wäre von äuszeren Umständen abhängig) scheint mir erst beweiskräftig, wenn es gelingt Stromschleifen durch die Vestibulariskerne auszuschlieszen.

bei den Säugetieren, beobachten kann; namentlich bei den Säugetieren hat die *alleinige* einseitige Durchschneidung des hinteren Längsbündels denselben Effekt wie die halbseitige Stammdurchschneidung (zwischen Acusticusregion und Mittelhirn). Die grundlegende Bedeutung der einseitigen Durchschneidung sämtlicher secundärer vestibulärer Bündel im hinteren Längsbündel zwischen der Vestibularisgegend und der hinteren Commissur, ergibt sich aus dieser anscheinend bei allen Wirbeltieren, auch beim Menschen, zu machenden Beobachtung.

Die Ansicht der Autoren über die Folge-Erscheinungen der höher vorgenommenen Hemisektion bei Haien ist nicht einheitlich. Soviel ist sicher, dasz auch Halbsektion des Thalamus Manegebewegung nach der gesunden Seite erzeugt. Es ist überdies sehr schwierig bei Selachiern den versteckt liegenden Thalamus allein zu durchschneiden.

Die Unzulänglichkeit der halbseitigen Verletzungen, die Notwendigkeit zur Erweiterung unsrer Kenntnisse auf Durchschneidung gesonderter Bahnen überzugehen, tritt unter diesen Umständen klar zu Tage.

Hinsichtlich der Befunde nach doppelseitiger Abtrennung des Vorderhirns bei den Selachiern gehen die Meinungen auseinander. Während STEINER nach dieser Läsion von einem Fehlen „spontaner" Bewegungen spricht — gleiche Befunde erhob er bei Fröschen —, wird dies von BETHE verneint. POLIMANTI schlieszt sich BETHE an, bemerkt dabei aber, dasz die Tiere einen gewissen Grad von Opisthotonus mit angedeuteter Zwangsstellung nach oben zeigen. STEINER hatte zum ersten Mal die Gehirnkapsel nach der Läsion wieder sorgfältig geschlossen und dadurch den Eintritt des Meerwassers zum Gehirn verhindert, während VULPIAN [1]) anscheinend noch durch freien Zutritt des umgebenden Wassers eine Reizung der zentralen Organe zuliesz. Allerdings bemerkt dazu POLIMANTI, dasz STEINER die Haie (Nachttiere) nur tagsüber beobachtete. Bei Läsionen an anderen Stellen als am Kleinhirn vermiszte LOEB Zwangsbewegungen. POLIMANTI stellte, in Übereinstimmung mit EDINGER und FRANZ einen Unterschied fest zwischen dem Trygon, der als guter Schwimmer ein stark entwickeltes Kleinhirn besitzt, und den Haien (Scyllium), die ein atrophisches Cerebellum haben. Nur bei Trygon kommt es nach Kleinhirnexstirpation zu Koordinationsstörungen (auch RIZZO [2])).

TEN CATE [3]) kommt zu ähnlichen Resultaten; er zieht aus seinen Versuchsergebnissen an Scyllium die Schluszfolgerung, dasz entweder der laterale Kleinhirnkern oder cerebello-spinale Bahnen für die „Tonusänderungen", die den Zwangsbewegungen zugrunde liegen, verantwortlich sein müszten. Er übersieht dabei, dasz der Vestibulariskern, der ja bei diesen Tieren auffallend grosz ist, hierbei die Hauptrolle spielt.

---

[1]) VULPIAN: Comptes Rendues Acad. des Sciences, 1886, T. 102, S. 1526.

[2]) RIZZO: Bolletina della Societa Italiana de Biologia Sperimentale, Vol. IV, 1929, 21. Sept.

[3]) TEN CATE: Archives Neerlandaises de Physiol., XVI, 1931.

TILNEY und ELSBERG [1]) wollen einen deutlichen Unterschied bemerkt haben zwischen den Schwimmbewegungen normaler Haie und solcher, denen sie den medialen Abschnitt des Kleinhirns exstirpiert hatten. Die Tieren zeigten keinerlei Zwangsbewegungen (die nach TILNEY bei Verletzung der lateralen Kleinhirnabschnitte, von ihm Cerebellum-bulbare genannt, auftreten) doch fehlte die feinere Koordination zwischen den Schwanzbewegungen und den vorderen Körpermetameren. Dieser Befund trug mit dazu bei, TILNEY in seiner Auffassung vom mittleren Teil des Kleinhirns als einer ausschlieszlichen Endstation der nicht-vestibulären zentripetalen Kleinhirnverbindungen zu bestärken.

Bei Eingriffen in das Mittelhirn, namentlich bei tiefer gehender Verletzung, sind von allen Autoren Zwangsbewegungen beobachtet worden (Manegebewegung nach der gesunden Seite). POLIMANTI verdanken wir den Nachweis (Loco citato S. 566), dasz eine lokale Injektion von Morphium und Curare in den Lobus opticus Manegebewegung nach der kranken Seite auslöst, mit Pleurothotonus in derselben Richtung, eine Tatsache, die in Hinsicht auf die Funktion des gekreuzten Tr. tectobulbaris beachtenswert erscheint (vergl. Kap. 7, S. 56 über die Teleostier).

Nach einem Medianschnitt durch den Hirnstamm kann der Hai noch nach allen Richtungen schwimmen, zeigt dabei aber, nach POLIMANTI, eine Neigung zum Opisthotonus.

Bei Teleostiern, wo die Experimente gröszere technische Schwierigkeiten zu überwinden haben als bei Selachiern, findet REISINGER [2]), dasz bei noch höherer Verletzung (Hemisektion des Mittelhirns beim Barsch) die Neigung besteht, eine vertikale Stellung einzunehmen; wir sehen also in zwei Versuchsreichen Komplikationen durch Zwangsbewegungen in vertikaler Richtung auftreten. Diese Autoren sehen in Übereinstimmung mit EDINGERs Statotonus im Kleinhirn ein „Verstärkungsorgan". Bei Plattfischen (z.B. Torpedo) sind nach verschiedenen Verletzungen des zentralen Nervensystems Zwangsbewegungen nur angedeutet wahrnehmbar; dies erklärt sich wohl dadurch, dasz sie infolge ihrer gewohnheitsmässigen flachen Haltung ein sehr gesichertes Gleichgewicht besitzen. Nach Verletzungen des Hirnstamms von Selachiern bemerkt man die typische Kombination von Manegebewegung nach der gesunden Seite mit gleichzeitiger Rollneigung des Tieres nach der kranken Seite, gelegentlich aber auch die Manegebewegung nach der gesunden Seite abwechselnd mit einer Rollbewegung nach der kranken Seite. LOEB und LEE betonen, dasz bei der Roll- und Manegebewegung alle beweglichen Körperteile dieselbe Haltung einnehmen, die mit der Richtung der Zwangsbewegung übereinstimmt. [3])

Später hat POLIMANTI [4]) diese Beobachtung bestätigt; er fügt hinzu,

---

1) TILNEY: Arch. of Neurology, VIX, 1923, S. 162.
2) REISINGER: Biologisches Zentr. Bl., 1915, S. 422.
3) LOEB und LEE: Jnl. of Physiology, 1894, S. 102.
4) POLIMANTI: Zoolog. Jahrbücher, 1911, Bd. XXX, H. 4, S. 512.

dasz nach einer Verletzung genau hinter dem Eintritt des achten Nerven das Rollen nach der gesunden Seite stattfindet, was von anderer Seite noch nicht bestätigt worden ist. QUIX [1]) fand einen deutlichen Unterschied in der Wirkung, je nachdem er die Bogengänge total *durchschnitt* — worauf stets Gleichgewichtsstörungen auftraten — oder aber sie zwischen 2 Ligaturen durchschnitt, worauf keine Ausfälle zu beobachten waren. Bei elektrischer Reizung fand er bestimmte Augenabweichungen, zum mindesten eine geringe Augenrollbewegung. Ob Verletzung oder Reizung der Otolithen vorliegt, spielt für die Wirkung keine prinzipielle Rolle, sondern ist nur für die Intensität von Bedeutung. Er sieht in dem Auftreten eines Bogenganges bei Myxinen (canalis externus nach RETZIUS) und zweier Bogengänge bei Petromyzon usw. eine weitere Vervollkommnung der prae-existenten Funktion der Otolithen.

Obgleich G. H. PARKER [2]) bei der Entfernung eines Otolithen des Hundehais (galeus canis) keine Zwangsbewegungen wahrnahm — im Gegensatz zu LOEB und andren, was vermutlich auf der Verschiedenheit der angewandten Technik beruht —, erkennt er doch dem Gehörorgan eine Gleichgewichts- und Tonusfunktion zu. Er glaubt, dasz der übriggebliebene Otolith die Funktion des exstirpierten zu kompensieren imstande sei.

Wenn POLIMANTI in seiner ausführlichen Arbeit die Ansicht vertritt, dasz die vestibulären Kerne in gewissem Sinne als motorische Kerne für die Augenbewegungen anzusehen sind, so ist demgegenüber festzustellen: Seine Auffassung, dasz Manegebewegung auf Hemmung von Vorderhirnimpulsen, die Rollbewegung auf Gleichgewichtsverlust beruhe, stützt sich auf eine ungenügende Analyse der verschiedenen Zwangsbewegungen in drei Ebenen. Die retinale Orientierung wird durch eine Kombination von LYONs Kompensationsreflex mit dem Rotationsreflex hergestellt. Interessant sind auch DETWILLERs [3]) Arbeiten, die darauf hinweisen, dasz die Mauthner-Zellen für diese Reflexe grosze Bedeutung haben. Nach GREENE und LAURENS [4]), MARINI [5]), FRANZ [6]) haben die freischwebenden Larven vieler Fische ein viel entwickelteres Cerebellum als der weniger bewegliche Vollfisch.

Handelt es sich bei diesen Wirbeltieren um ein zufälliges Zusammentreffen von drei Bogengängen und kompliziertem Ductus endolymphaticus? Die engen Beziehungen zwischen Gleichgewicht und Lokomotion sind schon oft diskutiert worden. „Equilibrium is a necessary condition for locomotion" (JOHNSTON [7])) könnte man ebensogut und besser umgekehrt sagen. Beide sind untrennbar miteinander verbunden, wie auch RAMSAY HUNT und TILNEY betonen,. Hierüber gibt uns das vergleichende Studium des

[1]) QUIX: Ned. Tijdschr. v. Geneesk., 1903, II, S. 213.
[2]) H. PARKER: Bulletin of the Bureau of Fisheries XXX, 1909, S. 50.
[3]) DETWILLER: Prof. Soc. Exp. Biol. Med., 1926, XXIV, S. 283.
[4]) GREENE and LAURENS: Am. Jnl of Physiol. 1923, LX, IV, S. 120.
[5]) MARINI: Jnl. Comp. Neur., 1918, XXX.
[6]) FRANZ: Zool. Jahrb., Abt. Anat., 1911, Bd. 32, S. 412.
[7]) JOHNSTON: Nerv. System of the Vertebrates, 1906, S. 528.

Amphioxus, der keine koordinierte Lokomotion, keine Stellreflexe und kein Labyrinth besitzt, mit den Cyclostomen, die ein unvollständiges Labyrinth haben, und den Selachiern am besten Aufschlusz. Es ergibt sich ferner daraus, dasz wir auch schon bei den niedrigen Vertebraten zur Gestaltung des Gleichgewichts auch noch Tast- und sonstige Gefühlsempfindungen, ferner einen Gesichtssinn annehmen müssen, erstere in den spinocerebellaren Bahnen, letzterer in den tectocerebellaren Bündeln zum Kleinhirn verlaufend.

Die engen Zusammenhänge der Lokomotion mit dem Labyrinth und den Bogengängen als Führern für die Lokomotion in den drei verschiedenen Ebenen, läszt die Frage berechtigt erscheinen, ob nicht die verschiedenen Abschnitte des vestibulären Kernkomplexes, dessen Verletzung Zwangsbewegungen in drei Ebenen auslöst, als sensomotorische Systeme anzusehen seien, gewissermaszen Kurzschlusz-Reflexzentren, die, sich gegenseitig die Wage haltend, infolge ihrer Verbindung mit dem H.L.B. Fehlen von Zwangsbewegungen nach r. und l., oben und unten bedingen und so das bewirken, was wir Gleichgewicht nennen.

§ 3. Beobachtungen an Embryonen von Haien und anderen niederen Fischen.

Eigene Beobachtungen an Embryonen von Rochen (Stich mit einer Nadel durch den Hirnstamm) haben den Beweis erbracht[1]), dasz der Embryo, sobald er anfängt sich frei zu bewegen, Rollbewegungen ausführt, wobei er den Nabelstrang kräftig aufrollt (z.B. nach einem Stich in das hintere Längsbündel). Auch nach halbseitiger Verletzung des Hirnstammes treten Manegebewegungen nach der gesunden Seite auf und zwar nach FISCHER[2]) sobald sich der horizontale Bogengang vom Gehörbläschen abgeschnürt hat.

Spätere Beobachtungen von WINTREBERT[3]) haben gelehrt, dasz die Torsionsbewegungen der Selachierembryonen als früheste Zwangsbewegungen aufzufassen sind. Die Manegebewegung ist, wo sie auftritt, fast immer von einer Rollbewegung (p. 268) begleitet. WINTREBERT glaubt, dasz das allererste Auftreten von Bewegungen mit der ersten Anlage der akustischen Plakode zusammenfällt. Dieser Auffassung widersprechen allerdings die Angaben STEWART PATONS[4]), der bei Scyllium- und Torpedoembryonen zuerst eine seitliche Lokomotion beobachtete. Er bemerkte jedoch dabei, dasz die Lokomotion auszerordentlich an Schnelligkeit zunimmt, sobald die Schraubenbewegung die laterale zu komplizieren beginnt. COGHILL und TRACY[5]) scheinen in ihren gründlichen Studien an Embryonen von Amblystoma und Opsanus tau den Zwangsbewegungen

[1]) MUSKENS: Verslag onderzoekingen Zool. Station den Helder, Staatscourant 1892.

[2]) M. FISCHER: Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie, Bethe, Bergmann u.a. Bd. 11, S. 800.

[3]) WINTREBERT: Arch. de Zoologie expérimentale et générale, 1920, S. 20.

[4]) STEWART PATON: Mitteil. Zool. Station Napels, 1907, S. 540.

[5]) TRACY: Jnl. Comp. Neur. 40, 1926, S. 324.

nur sehr wenig Beachtung geschenkt zu haben. Sie berichten allerdings, dasz die 10 mm lange Larve von Opsanus tau deutlich Rollbewegungen mache, und dasz man beim im Uhrglas befindlichen Tierchen unter dem Mikroskop deutlich 2 oder 3 nystagmiforme Augenzuckungen wahrnehmen könne. Auch kompensatorische Bewegungen werden schon in den frühesten Stadien beobachtet, und zwar die der Augen vor denen des Rumpfes. Wenn beim Embryo der Schwanz eine Wendung nach R. ausführt, weichen die Augen sogleich nach l. ab. Es ist noch nicht untersucht worden, ob ebenso früh auch das von LYON (1901) entdeckte Phänomen in die Erscheinung tritt: dasz wenn man bei fixiertem Kopf gewissen Fischen den Schwanz zur Seite biegt, auch die Augen die kompensatorische Seitenwendung ausführen. Beim Aal ist der Reflex von V. BAUER [1]) untersucht worden und MAGNUS hat ihn mit dem Halsreflex des Kaninchens verglichen.

Über eine Beziehung zwischen den verschiedenen Lokomotionstypen und der Ausbildung verschiedener Teile des peripheren und ventralen vestibulären Systems ist noch nichts Näheres bekannt. Hier interessieren LAURENS' und GREENEs Beobachtungen [2]), welche an Amblystomalarven nach Abtragung eines Gehörvesikels Rollungen nach der kranken Seite beobachteten, nach doppelseitiger Operation auch Emprosthotenus und Schwimmen auf Delphinart, mit Überschlagen nach vorn. Nach Einheilung eines Vesikels eines andren Embryos heilten die krankhaften Erscheinungen aus. Für DETWILLER [3]) waren diese Beobachtungen Ausgangspunkt für Versuche mit Abtragung der Mauthner-Zellen bei diesen Larven. Nachdem Beobachtungen FRIEDLAENDERs, HERRICKs, BOVARDs YOLTONs, STOUGHs, JOHNSTONs, BARTELMEZ' und MARINIs es wahrscheinlich gemacht hatten, dasz diese Riesenzellen mit ihren dicken Axenzylindern etwas mit schneller Erregungsleitung zu tun hätten, hat DETWILLER aus seinen Versuchen den Schlusz gezogen, dasz schnelle Koordination und Ausdauer der Bewegungen zwar bei Verlust der Mauthner-Zellen leiden, dabei aber keine Zwangsbewegungen auftreten.

Die Beobachtungen an Embryonen höherer Tiere scheinen mit denen an niederen Vertebraten nur teilweise in Übereinstimmung zu sein. So berichten FISH, WINDLE und MUIRLAND WEST, dasz bei Katzenembryonen auf vestibuläre Reizung zuerst Deviation des Kopfes auftrete, erst später auch eine Deviation der Augen und dann bald der Nystagmusreflex. Ob die allerersten spontanen Bewegungen der Katzenembryonen (ventrolaterale Flexion des Kopfes) eine Zwangsbewegung im Sinne der Rollung darstellt, ist aus der Beschreibung dieser Autoren nicht zu ersehen. Eher scheint das mit GRAHAM BROWNs ebenfalls an Embryonen beobachteter diagonaler Synchronismus-Extension der gekreuzten Extremitäten der Fall zu sein.

---

1) V. BAUER: Pflügers Arch., 205, 1924, S. 628.

2) LAURENS und GREENE: Am. Jnl. Physiol., 64, 1923, S. 120.

3) S. R. DETWILLER: Jnl. Exp. Zool., V, 48, 1927, S. 15.

STREETER und K. HERTER[1]) haben das Labyrinth bei Froschlarven abgetragen. Letzterer sieht die Rotationsstellung nach diesem Eingriff als eine Kompensationsstellung an, die dem neuen Verhältnis der beiderseitigen Reize entspricht. Diese kompensatorische Bewegung kann so stark sein, „dasz sie eine Rollbewegung hervorruft". Kaum glücklicher ist der Autor mit seiner Erklärung der Manegebewegung, als Folge des Umstandes, dasz das r. Labyrinth auf die l. Rumpfmuskeln einwirke. Ähnlich schrieb EWALD die Rollbewegung dem Umstande zu, dasz das Labyrinth auf die gekreuzten Extensoren einwirke. HERTER meint, die Larve fange an auf Drehen in der horizontalen Ebene zu reagieren, sobald der horizontale Bogengang sich abgeschnürt habe; während K. SCHÄFER Manegebewegung erst 16 Tage nach dem Ausschlüpfen der Froschlarven beobachtete. Weniger geklärt seien die vertikalen Bewegungen, welche er in Verbindung mit der geringeren Reizbarkeit der vertikalen Bogengänge bringt (LOEB, KUBO).

§ 4. *Schwimmblase und Lokomotion der Fische.*

Die Schwimmblase ist ein vielen Gruppen der Teleostier eigenes Organ, das, obwohl es schon seit 2 Jahrhunderten im Mittelpunkt des Interesses der biologischen Forschung in Frankreich und Deutschland steht, weder in seinen anatomischen Besonderheiten noch in seiner peripheren Innervation, geschweige denn in seiner zentralen Innervation, oder in seiner physiologischen Bedeutung genügend erforscht worden ist. Wir wissen, dasz die meisten Teleostier eine Schwimmblase in irgend einer Form besitzen; sie fehlt sicher den Cyclostomen, Plagiostomen (Haien und Rochen) und den Teleostierabteilungen der Acanthopterygii, den Makrellen und fliegenden Fischen, ferner den (Scombriden) Plattfischen (Pleuronectiden: Scholle, Butt, Zunge, Heilbutt) und dem Pietermann bei den Trachiniden, während auch Kotting und Gobio, weiter den Scorpaeniden und den Grundfischen (wie Uranoscopus) und Blenniden, einer Gruppe der aalartigen Fische (Synbranchii), die auf dem Grund leben, eine Schwimmblase fehlt. Eine Unterklasse der Praeteleostier, die sogenannten Lungenfische u.a. Ceratodus (Monopneumona) besitzen mehrere paarig angeordnete Luftsäcke.[1]).

Bei den einfachen Acanthopterygii, den Heringen und Salmoniden (Malacopterygii), den Karpfenartigen u.a. Zitterwels und Goldfisch (Ostariophysi), Aalen (Apodes) und Hechten (Haplomi) ist die Schwimmblase durch den Ductus pneumaticus mit dem Darm verbunden. Bei den übrigen Fischen besteht die Schwimmblase oft aus zwei anteroposterior liegenden Blasen, die nicht mit dem Darm verbunden sind. Auszer älteren Versuchen von GOURIET und GREHANT besitzen wir aus neuester Zeit Untersuchungen von HILZHEIMER[2]), JAEGER[3]) und

---

[1]) HILZHEIMER und O. HAEMPEL: Handbuch der Biologie der Wirbeltiere, 1913.
[2]) A. JAEGER: Pflügers Archiv, Bd. 94, 1907, S. 104.
[3]) K. HERTER: Zeitschr. f. allgem. Physiologie, Bd. 19, 1921, S. 333.

K. KUIPER [1]), welche einen besseren Einblick in die Funktion dieses Organs zu geben vermögen. Schon BORELLI und MOREAU haben darauf hingewiesen, dasz der Fisch, um sich frei bewegen zu können, einen Apparat besitzen musz, der das spezifische Gewicht auf 1.0 zu erhalten imstande ist. Diesen Apparat besitzen die frei schwebenden Fische zweifellos in der Schwimmblase — in Gegensatz zu den Schmarotzern (Cyclostomen), den auf dem Grund lebenden Fischen und den fliegenden Fischen. Schon BOYLE erkannte im Jahre 1670, dasz Schleie und Barsch sich darin unterscheiden, dasz der eine unter der Luftpumpe bei Evakuierung in der schwebenden Lage zu bleiben vermag, während der andere der keinen Ductus pneumaticus besitzt, schnell nach der Oberfläche gezogen wird. Da nun die mit einem Luftgang versehenen Physostomi zwar Luft ausatmen, aber nicht wieder einatmen können, musz eine Vorrichtung da sein, um den Luftvorrat wieder anzufüllen. Nach JAEGER besteht eine solche Vorrichtung in der Form der sog. Roten Körper, blutreicher Apparate in der Blasenwand, die Blutkörperchen zu vernichten und Sauerstoff freizumachen imstande sind. Dem Tier ist es dadurch möglich, in ein anderes Areal der Schwimmblasenoberfläche, das sogen. Oval, Sauerstoff aufzunehmen. Wahrscheinlich vermag der Fisch willkürlich die Blase zu komprimieren und zu entspannen.

JAEGER machte folgenden interessanten Versuch: er entnahm einem Barsche beide horizontale Flossen. Die Funktion dieser Flossen wurde durch eine stärkere Schwanzbewegung kompensiert, so dasz der Fisch in normaler Haltung verblieb. Dann unterband er die Funktion der vertikalen Flossen und das Tier hat die gröszte Mühe, seine vertikale Haltung zu bewahren. Ohne Zweifel regeln die Flossen als „Schwerter" die Druckverhältnisse. Andere Fische behalten auch ohne Flossenwirkung ihre normale Haltung; bei diesen Tieren liegt die Schwimmblase dorsal, dem Schwerpunkt gegenüber.

KUIPER hat auf die mehrfache Verbindung der Labyrinth- und Schwimmblasenfunktion bei den Ostariophysen hingewiesen. Er durchschnitt beide N. acustici: das Tier bewegte sich wie gewöhnlich, um dann vornüber zu kugeln. Das WEBER'sche Organ, eingeschaltet zwischen Labyrinth und Schwimmblase, soll nach NUSSBAUM und SIDONAK die Sensationen der Schwimmblase dem Labyrinth übermitteln. Der Sphincter ductus vesicae wird durch den N. vagus in gleicher Weise wie der Oesophagus innerviert. Antagonist soll der N. sympathicus sein. Interessant ist JOH. MÜLLERs Bemerkung, dasz die Lunge der Dipnoi (Lungenfische) auch eine richtige Lungenfunktion verrichtet, denn sie bekommt venöses Blut, im Gegensatz zur Schwimmblase, die nur arterielles Blut empfängt.

Wenn man mit einer Spritze die Luft aus der Schwimmblase abgesaugt hat, so findet man ein paar Stunden später die Blase wieder mit Sauer-

---

[1]) K. KUIPER: Diss., Amsterdam 1914.

stoff und Stickstoff gefüllt. Die Sekretion wird auf nervösem Weg reguliert.

Obwohl in der Literatur berichtet wird, dasz die Luftblase es den Fischen ermöglicht, im „plan du moindre effort" zu bleiben, m.a.W. in der Höhe, in der sie sich am wohlsten fühlen, zu schwimmen, so hat aber doch niemand m. W. darauf hingewiesen, dasz die Schwimmblase beim nach oben und unten Schwimmen eine wichtige Funktion im Sinne der Gleichgewichtserhaltung zu erfüllen hat, ohne die das Tier beim Auf- und Absteigen in der Wassersäule nur auf die Seitenflossen angewiesen wäre, die sicher allein nicht genügten um bei schneller Änderung der Richtung in der vertikalen Ebene das Gleichgewicht zu erhalten.

Die Blase besteht stets aus einer vorderen und einer hinteren Kammer, die durch einen kurzen abschlieszbaren Gang miteinander verbunden sind, aber die Tiere können wie die Siluroiden und Ophidiiden mittels eines beweglichen Beinstückes, das an der Basis des 2. Wirbels befestigt ist, den vorderen Teil der Blase erweitern oder verengern. Die vordere Hälfte der Blase ist dünnwändiger, reagiert leichter, wie KUIPER bemerkt und besteht grösztenteils nach J. MÜLLER aus glatten Muskelfasern. Nach JAEGER kann der Fisch ganz plötzlich die Ebene, in der er sich bewegt, bis zu einem gewissen Grad wechseln, indem er mit seinen Muskeln die Blase zudrückt oder entlastet. Der Fisch wird also wahrscheinlich auch durch plötzliches Pressen der Luft in das hintere Reservoir den Kopf schnell nach unten bewegen oder, im Sinne des Überschlagens nach oben, strecken können. JAEGER glaubt, bei Cyprinoiden gesehen zu haben, dasz die Brustflossen erst dann richtig in Funktion treten, wenn die horizontale Stellung des Tieres verändert ist.

Der Schwimmblase in ihrer Funktion als Regulator der Kulbutation nach unten und oben entspricht bei den Cetaceen, bei dem Ornithorynchus und vielleicht auch bei den Urfischen (Cephalaspiden) der quergestellte horizontal-platte Schwanz. Aus den Mitteilungen von FRANZ wissen wir, dasz die *Fische ohne Schwimmblase* im Thalamus ein sogenanntes Corpus glomerulosum besitzen, das wohl als eine partielle Hypertrophie des Nuc. anterior thalami aufzufassen ist. Hierher gehören in erster Linie Platt- und Grundfische. Wenn daher gewisse Versuche darauf hinweisen, dasz der Nuc. anterior thalami (Ausgangspunkt des Tr. thalamo-mamillaris, Endpunkt z.T. des Bindearms) Beziehungen zur Lokalisation in der vertikalen Ebene hat, so ist anzunehmen, dasz beim Fehlen der Schwimmblase ein viel stärker entwickelter peripherer und zentraler Apparat die obige Funktion der Schwimmblase zu kompensieren vermag.

§ 5. *Versuchsergebnisse nach Läsion des Cerebellums und Nachhirns der Teleostier.*

Es ist bemerkenswert, dasz im Gegensatz zu den Erforschern der Hirnfunktion der höheren Wirbeltiere die wenigen Autoren, die sich dem Studium des Hirns der Fische und Amphibien gewidmet haben, niemals

in den Fehler der ersteren verfallen sind, den operativen Eingriffen am Cerebellum schwere Folgen für die Lokomotion ihrer Versuchstiere zuzuschreiben. BAUDELOT, VULPIAN, PHILIPPEAU, TRAUBE-MENGARINI, STEINER und POLIMANTI sind darin einer Meinung, dasz weder doppelseitige noch lokale Verletzungen des Kleinhirns Zwangsbewegungen im Sinne der Manege- und Rollbewegung verursachen. Ein Medianschnitt durch die Lobi optici (POLIMANTI) und das Cerebellum soll bei Pleuronectiden (Plattfischen) Zurückschwimmen zur Folge haben; eine angedeutete Retrogression ist vielfach auch bei anderen Teleostiern sowie bei Selachiern festgestellt worden.

§ 6. *Lokomotion kopfloser Tiere.*

In der Literatur ist die Frage nach der Lokomotionsmöglichkeit der niederen Vertebrate nach Decapitation häufig diskutiert worden, nachdem man beim Aal beobachtet hatte, dasz er selbst nach weitgehender Verstümmelung des Rückenmarks noch schlangenartige Fortbewegungen zu machen imstande ist. Seitdem Kaiser Commodus in der Arena mit speziell dazu angefertigten Pfeilen den Strauszen den Kopf abschosz und sein Amüsement darin fand, die Tiere noch weiter laufen zu sehen, stand bei den Naturforschern diese weit unten im Hirnstamm zu lokalisierende Lokomotionsmöglichkeit immer im Mittelpunkt des Interesses. Man wird sich also auch nicht wundern, bei SCHEPILOFF, STEINER, POLIMANTI ausführliche Diskussionen über diese Frage zu finden. Ich selbst halte diese Fragestellung nicht mehr für so wichtig, seit SHERRINGTON — nach ENGELMANNS Feststellung, dasz auch das periphere Nervensystem zu rhythmischen Kontraktionen neige — die reziproke Abhängigkeit der Muskelkontraktion der Agonisten und Antagonisten gezeigt hat. Wenn TARCHANOW die kopflosen Enten Schwimmbewegungen vollführen sieht und wenn die geköpften Haie Schwingbewegungen mit dem Schwanz machten, so können diese reflexartigen Bewegungen doch nicht mit der hoch koordinierten Lokomotion verglichen werden, die durch Zusammenwirkung aller willkürlichen Muskeln zustande kommt. Es scheint mir deshalb müszig, die Möglichkeit eines peripher sitzenden Lokomotionszentrums ernsthaft zu erwägen.

KAPITEL 6.

AMPHIBIEN UND REPTILIEN.

§ 1. *Hirnanatomische Bemerkungen.*

Bei den Amphibien und Reptilien als frühesten Landbewohnern treten uns Hirnformen entgegen, die schon das Gepräge der bei den höchsten Mammaliern so enorm fortgeschrittenen Hirnentwicklung zeigen, aber

anderseits zunächst einen gewissen Rückgang darstellen, der wohl als die Folge des Aufgebens der dreidimensionalen Lokomotion der Fische aufzufassen ist. Unter den ersten Veränderungen möchte ich auf die fortschreitende Entwicklung des Striatums (der Globus pallidus wurde nach JOHNSTON [1]) zuerst bei primitiven Reptilien gefunden) sowie auf das erste Auftreten eines richtigen Palliums hinweisen. Auf die nunmehr erfolgende Beschränkung auf die Fortbewegung auf dem Lande d.h. auf einer festen Unterlage ist einerseits der Rückgang oder vielmehr das Zurückbleiben in der Entwicklung des Kleinhirns, anderseits das starke Wachstum des hinteren Längsbündels zurückzuführen; weil nämlich dieses Bündel, unsren Beobachtungen nach schon bei den niedren Fischen, die nach rechts und links gerichtete horizontale Fortbewegung, d.h. die Lokomotion dieser Tiere überhaupt, beherrscht. Bereits KOPPEN [2]) weist bei der Eidechse auf die zwei mächtigen Wülste dieses Längsbündels hin, welche in den 4. Ventrikel hineinragen. Wenn andrerseits bei manchen Fischen das H.L.B. anwächst, so hängt das sicherlich mit der Bewegungsgeschwindigkeit zusammen. ZIBA [3]) weist in seinem vergleichenden Studium — träge Fische (Anglerfisch (Lophius piscatorius) Rochen (Batoides)), einerseits, schnelle (Haie, Heringe) anderseits — auf die hoch entwickelte Augenbewegung der Schnellschwimmer, infolge der Kompensationsbewegungen beim Schwimmen, hin, und bemerkt, dasz bei denselben das Längsbündel auch in seinem vorderen Abschnitt stark entwickelt ist. Auch unter den Vögeln läszt sich dieses Verhältnis feststellen; bei den Säugern erkennt er eine Komplikation insofern an, als die gröszeren Tiere auch ein relativ stärkeres Längsbündel besitzen.

Das Gehirn der Amphibien und Reptilien ist — mit Ausnahme des Frosches — nur relativ wenig experimentell erforscht worden, wie man auch beim Studium der Bahnenanatomie hier auf gewisse Schwierigkeiten stiesz, denen zufolge unsere Kenntnisse auf diesem Gebiete weniger fortgeschritten sind als dies beim Vögel- und Säugerhirn der Fall ist. Ich nenne hier die geringe Entwicklung der Markscheiden der Faserbündel, der zufolge u.a. die Marchifärbung nicht gelingt, weiter die starke Pigmentation des Hirnstamms usw. Den Studien RÖTHIGS [4]) über die Urodelen ist zu entnehmen, dasz das hintere Längsbündel anscheinend in die Commissura posterior übergeht, der direkte Übergang von Fasern nach GAUPP und DEGANELLO ist jedoch schwer zu beweisen (vergl. S. 398). Den Untersuchungen CAJALS und DE LANGES verdanken wir die erste Kenntnis der beiden Ursprungskerne der in dem Hinteren Längsbündel absteigenden Faserbündel, nämlich des Nucl. commissurae posterioris und des Nuc. interstitialis. Diese sind später namentlich bei den höheren Säugetieren studiert und in ihrer physiologischen Bedeutung erkannt

---

[1]) JOHNSTON: Jnl. Comp. Neur., V., 35, 1923, S. 338.
[2]) KÖPPEN: Neurologisches Zentralbl., 1889, S. 552.
[3]) ZIBA: Archiv f. Ohrenheilk., 86, 1911, S. 189.
[4]) RÖTHIG: Zeitschr. f. mikrosk. Forschung, 10, 1927, S. 382.

worden [1]; der Tr. commissuro-medullaris ist den Manege-, der Tr. interstitio-spinalis den Rollbewegungen übergeordnet, womit ihre anatomischen Verbindungen (des ersteren mit dem VI-Kern, des letzteren mit dem III- und IV-Kern) in Übereinstimmung sind. Die aufsteigenden Fasern des Hinteren Längsbündels stammen nach BECCARI [2] aus dem Nuc. Deiters, Nuc. tangentialis und Nuc. vestibularis superior. Dieser Autor betont die bei dieser Tierklasse wachsende Bedeutung der auf- und absteigenden Fasern des basalen Längsbündels sowie das Auftreten der ventralen und dorsalen Septumbündel, welche bei den macrosmatischen Säugetieren ihre höchste Entwicklung erlangen. Die schon von KÖPPEN beschriebene cerebelläre Verbindung mit dem Tectum opticum [3] ist nach LARSELL [4] ausschlieszlich ein cerebello-petales Bündel. Auch ist die Entstehung der cerebellären Verbindungen mit dem bei allen Vertebraten auszer den Cyclostomen und den höchsten Mammaliern vorhandenen Nuc. Isthmi zu beachten. Der Nuc. Isthmi wird von KAPPERS als Homologon des Corpus geniculatum mediale angesehen. Mit CAJAL und EDINGER erkennt HERRICK [5] die Existenz von direkten vestibulären Fasern zum Nuc. Tecti, aber auch zu sonstigen Teilen des Kleinhirns. Der vestibuläre Kern hat eine einfache sensorisch-motorische Funktion zu leisten. Die starke Entwicklung des Cerebellum bei Fischen sei zum Teil auf den octavo-lateralen Faserzuwachs zurückzuführen. Bei den Fischen sind die afferenten, bei den Säugern die efferenten Bahnen des Kleinhirns mehr entwickelt. Nach ADDISON und LARSELL sind dem Cerebellum eine grosze Anzahl exteroceptiver Verbindungen verloren gegangen; das Kleinhirn wurde zu einem internen und supra-segmentalen Organ. Afferente Bahnen kommen von vestibulo-lateralen Gebieten, vom Mesencephalon, vom Rückenmark und vom Neopallium. Efferente Bahnen kommen ausschlieszlich aus den zentralen Kernen.

Bei den Amphibien sind die Nuc. gracilis und cuneatus noch nicht differenziert, obwohl die Fibrae arcuatae als Olivenverbindungen mit dem Kleinhirn schon vorhanden sind.

Nach den Angaben der meisten Anatomen fehlt den Amphibien und Reptilien eine untere Olive. Während die Kenntnis von der Anatomie der unteren Oliven der Fischen noch wenig gefördert ist, hat anderseits die Untersuchung der Oliven der niederen Säuger gezeigt, dasz der Olivenkomplex bei den einfacheren Formen sich mehr und mehr in diffus mit den Raphekernen zusammenhängende Zellmassen verliert [6]; so besteht

---

[1]) MUSKENS: Brain 1914.

[2]) BECCARI: Arch. de Anat. e. de embriologia, 1910, S. 296 und Monitore Zoologica XX, 1909, S. 244.

[3]) BABA SHOE: Ges. Neurologie, 98, 1925, will auch beim Menschen diese Bahn im Velum erkannt haben.

[4]) LARSELL: Jnl. Comp. Neur., Vol. 36, 1925.

[5]) HERRICK: Arch. of Neurol., XI, 1923, S. 24.

[6]) MUSKENS: Anatomischer Anzeiger, Bd. 77, 1934, S. 369—408.

hier auch in unsrer Kenntnis dieser Verhältnisse bei den Amphibien und Reptilien eine Lücke, die noch ausgefüllt werden musz.

§ 2. *Anatomo-physiologische Beobachtungen an Amphibien und ihren Embryonen.*

Wir verfügen bis jetzt über keine anatomo-physiologischen Untersuchungen im engeren Sinn am Amphibien- und Reptiliengehirn, d.h. über das Verhalten der Tiere nach partiellen Verletzungen, welche sodann genau anatomisch durchforscht worden wären. Hier müssen aber die Untersuchungen der amerikanischen Schule genannt werden, die (COGHILL und HERRICK [1]) bei Embryonen von Amblystoma, schon vor der Entwicklung langer Bahnen, einfache Schwimmbewegungen feststellten, welche durch einen einfachen Rückenmarksreflex zustande kommen. Übergang der Reize findet von Muskel auf Muskel, vom Kopfteil zum Schwanz statt. Sobald bei der halberwachsenen Larve lange Bahnen gebildet sind, geschieht die Lokomotion unvergleichlich schneller; während bei den Mammaliern sich eine Differenzierung von Reflexen und Kernen herausbildet, seien bei den Amphibien primitive Reaktionen in der Formatio reticularis möglich. Die ursprünglich vielseitigen kollateralen Verbindungen werden bei den Mammaliern durch Synapsen vereinfacht.

Sehr interessant, namentlich auch in Hinsicht auf die früheren, dem amerikanischen Autor nicht bekannten Untersuchungen über die Anatomie und Physiologie des H.L.B. und der Hinteren Commissur der höheren Tiere [2]) sind COGHILLs Beobachtungen an Larven von Amblystoma punctatum.

Hier besitzen wir eine vollständige Untersuchungsserie über die allerersten Reflex- und Lokomotionsbewegungen der Embryonen, in Stadien, die COGHILL unterscheidet in: 1. non-motile stage, 2. early swimming stage, 3. coil stage, in welchem das Tier sich ganz einen Kreis biegen kann, 4. early swimming stage. Nach genauer Beobachtung der Embryonen werden die Tiere in vollständige Schnittserien zerlegt. Dabei findet er den einfachsten Reflex — vom Reiz weg — wenn die „Floor-plate cells" ihre ersten Axencylinder aussenden. Das erste Schwimmen, das Hin- und Herbewegen des Schwanzes sieht C., sobald sich die ersten langen Bahnen (wohl Hintere Längsbündelfasern!) entwickelt haben [3]) und zuerst ein robuster Faserstrang in der hinteren Commissur kreuzt. Die Fasern entstammen den Commissurkernzellen, welche zugleich eine absteigende Faser in das Längsbündel senden —. Kann man sich eine erfreulichere Übereinstimmung zwischen den in diesem Werke niedergelegten anatomo-physiologischen Beobachtungen über das H.L.B. und die Hintere Commissur und den Feststellungen dieses Autors an Embryonen denken? [4]) Doch bestehen gewisse Widersprüche in C.'s Auffassung. Denn einerseits gehen seine Angaben dahin, dasz nach einem Querschnitt hinter der Vestibularis-Gegend der Embryo zu Schwimmbewegungen imstande sei und deshalb ein wesentlicher Teil des Lokomotionsmechanismus peripher gelagert sein müsse. Selbst nach Resektion des Rückenmarkes in Höhe der 1. Cervikalnerven will er Schwimmbewegungen beobachtet haben. Anderseits sollen Schwimmbewegungen erst nach vollständiger Ausbildung des H.L.B. zustande kommen. Der Widerspruch läszt sich viel-

[1]) HERRICK und COGHILL: Jnl. Comp. Neur., V, 25, 1915, S. 35.

[2]) MUSKENS: Brain, 1914.

[3]) COGHILL: Jnl. Comp. Neur., V, 41, 1926, S. 123.

[4]) COGHILL: Jnl. Comp. Neur., V, 19, 1909, S. 100.

leicht so erklären, dasz die Anwesenheit von Zellnestern (Mauthner- und Müller-Zellen, die ebenfalls zum Teil ihre Axencylinder in das H.L.B. schicken, s. BARTELMEZ [1])) eine gewisse unvollständige Schimmbewegung ermöglicht, was mit den STEINER-SCHEPILOFF'schen Beobachtungen am Frosche übereinstimmt. Doch sind diese Bewegungen wahrscheinlich unvollkommen, während die komplette koordinierte Schwimmbewegung wohl erst nach vollständiger Ausbildung des H.L.B. zustande kommt [2]).

Während es nach STREETER [3]) und COGHILL [4]) feststeht, dasz in diesen frühesten Lokomotionsstadien das Labyrinth noch nicht weiter als bis zu einem ganz einfachen Hohlraum entwickelt ist, gibt es gewisse bemerkenswerte Gegensätze zwischen der Entwicklung der centralen und peripheren Apparate, insoweit als bei vollkommener Entwicklung des H.L.B. die Mauthner-Zellen noch ihren Axencylinder entbehren. Hier sind auch die DETWILLER'schen Beobachtungen [5]) von Interesse, nach welchen die Verletzung der Mauthner-Zellen bei Amblystoma zwar eine gewisse Schwäche und baldige Ermüdung verursacht, jedoch nicht die Schwimmbewegungen unmöglich macht.

Während bei den niedrigsten Vertebraten der sich von der hinteren Commissur bis zur Vestibulargegend erstreckende Nuc. motorius tegmenti — so könnte man es sich vorstellen — die zentrale Kernmasse darstellt, welche der Lokomotion übergeordnet ist, haben sich bei den Fischen zwei Foci mit besondren histologischen und funktionellen Qualitäten herausgebildet; die Commissurkerne und die Mauthner-Müller-Zellen. Während diese unter andren Lebensbedingungen atrophisch geworden sind, haben sich jene weiter ausgebildet und sind schlieszlich die Hauptzentren für Lokomotion und Gleichgewicht bis bei den höchsten Mammaliern geblieben. Fraglich ist auch, ob nicht COGHILL den sonstigen Typen der Lokomotion Rollbewegung, Kulbutation nach vorn und hinten zu geringe Beachtung geschenkt hat. Denn eigene Beobachtungen an Haiembryonen, lehren, dasz sobald überhaupt Lokomotion möglich ist, ein Stich in den Hirnstamm die schönsten Rollbewegungen auslöst (vergl. S. 34).

Sicher ist, was dank den amerikanischen Biologen nunmehr bewiesen erscheint, dasz die Erhaltung gewisser caudaler Teile der tegmentalen ev. reticulären Kerne die Existenz *einfachster* Schwimmbewegungen, dagegen die Erhaltung der Commissurkerne und der Hinteren Commissur mit dem H.L.B. die *vollständige,* koordinierte und equilibrierte Fortbewegung gewährleistet. Womit zweifellos eine Bestätigung der früheren anatomo-physiologischen Feststellungen an höheren Säugern hinsichtlich der Bedeutung dieses Gebildes für die Lokomotion in der horizontalen Ebene erbracht worden ist. Diese Feststellung musz um so höher eingeschätzt werden, als sich jetzt die anatomo-physiologischen Befunde an Katzen und Kaninchen sowohl mit den anatomo-physiologischen Befunden an Amphibienlarven als auch mit den pathologischen Befunden am Menschen (S. einige Ausführungen S. 121 und zum Teil auch frühere Befunde SPITZERS) in erfreulichster Übereinstimmung befinden, auch hinsichtlich der Rolle des H.L.B., der Commissura posterior und der Commissurkerne, welche für die Lokomotion in der horizontale Ebene von entscheidender Bedeutung sind.

---

[1]) BARTELMEZ: Jnl. Comp. Neur., V, 25, 1915, S. 94.
[2]) COGHILL: Jnl. Comp. Neur., V, 41, 1926, S. 123.
[3]) STREETER: Jnl. Exp. Zool., V, 3, 1908.
[4]) COGHILL: Jnl. Comp. Neur., V, 26, 1916, S. 293.
[5]) DETWILLER: Proc. Soc. Exp. Biol. Med., V, 24, 1926, S. 283.

§ 3. Versuche am Frosch, dem Versuchstier der Wahl.

Über den Frosch besitzen wir ausführliche Untersuchungen von einer ganzen Anzahl von Autoren. Es treten bei ihm nach einseitiger Durch-



Abb. 2*a*.
Frosch, von vorne gesehen, einige Tage nach Abtragung des Labyrinths der R. Seite. Man beachte den schiefen, nach R. geneigten Stand des Kopfes, das nach unten gerichtete R. und nach oben gerichtete L. Auge. Auch die Stellung der Extremitäten ist die der Rollstellung nach R.

schneidung des Acusticus und Incision des aufgeworfenen Randes der Oblongata dicht beim Eintritt des Octavus lebhafte Rollbewegungen auf. Wenn die Rollbewegungen nach der Operation oder nach Entfernung



Abb. 2*b*.
Derselbe Frosch wie Abb. 2 a, Aufnahme von oben her, während das Tier sich in einer Wasserschale befindet. Jetzt ist die Stellung von Kopf, Augen und Extremitäten im Sinne der Rollung nach R. noch deutlicher.

des Bogengangsapparates ruhiger werden, neigt das Tier beim Gehen den Kopf nach der kranken Seite. (Abbildung 2 a und b). Nach Verletzung des Mittelhirns wird manchmal Kulbutation nach hinten beobachtet.

Claude Bernard (S. 490) beobachtete nur selten bei „blessure du pédoncule postérieure du cervelet" eine Neigung, rückwärts zu gehen. Nach Entfernung des Cerebellum vermag der Frosch seinen Sprung nicht so genau zu dirigieren wie vorher. Wenn man den Hirnstamm halbseitig immer mehr oralwärts durchschneidet, tritt die Manegebewegung nach der gesunden Seite immer stärker in den Vordergrund. Nach Abtragen des Mesencephalons hört das reflektorische Klettern nach oben auf dem schiefgestellten Brett auf. Nach einem vor der Commissura posterior gelegten Schnitt sieht man nicht selten für kurze Zeit Manege- oder Uhrzeigerbewegungen nach der kranken Seite auftreten. Die Beobachtungen an Fröschen und noch besser an Froschlarven liefern für jeden, der nach den Beobachtungen an Haifischen noch Zweifel haben könnte, den strikten Beweis, dasz Manege nach der einen und Rollen nach der anderen Seite bei diesen Tieren, ebenso wie bei den vorher besprochenen Tiergruppen funktionell zusammengehören.

Eingehende Studien über den Frosch besitzen wir von Goltz und Steiner und, besonders über kombinierte Läsionen des Hirnstamms, von Catharine Schepiloff [1]) aus Schiffs Laboratorium. Wenn auch alle diese Untersuchungen ohne histologische Kontrolle angestellt worden sind und ihnen deshalb nur ein relativer Wert zugemessen werden kan, so läszt sich doch nicht leugnen, dasz sie für das Studium der Zwangsbewegungen und für die Hirnphysiologie überhaupt als bahnbrechend anzusehen sind. Allen Beobachtern, ebenso wie ihren Vorgängern Desmoulins, van Deen, Vulpian, usw. war es schon aufgefallen, dasz beide Zwangsbewegungen sowohl Roll- wie Manegebewegungen, in völlig koordinierter Weise, oft selbst nach sehr schweren Eingriffen ausgeführt werden. Die Roll- oder Schraubenbewegungen, die nach Durchschneidung des VIIIten Nerven oder aber nach Einschnitt in den Randwulst der Medulla oblongata auftreten, sind sehr heftig und werden von Stellungsänderungen aller beweglichen Körperteile im Sinne der Rollung, und zwar nach der Seite der Verletzung hin, begleitet. Nach Verletzung auf der r. Seite (Abb. 2 a und b) ist das rechte Auge nach unten, das linke Auge nach oben gerichtet. Auch sind die Bulbi dabei im Sinne der Rollung um die Augenachse gedreht, wie es von mir für höhere Tiere (Kaninchen und Katze) nachgewiesen worden ist.[2]) Der Kopf ist stark nach rechts geneigt. Die rechte Vorderpfote ist adduziert, die linke abduziert; auch die hinteren Extremitäten sind entsprechend gestellt, wie man es auf der von oben aufgenommenen Photographie des im Wasser, in Schraubenstellung, befindlichen Tieres (Abb. 2 b) beobachten kann. Diese Zwangsrollungen nach Durchschneidung des 8. Nerven und nach Einschnitt in den Randwulst der Medulla oblongata (d.h. Läsion des vesti-

[1]) Schepiloff: Mémoires de la Société phys. et d'Histoire naturelle de Genève, No. 6,

[2]) L. J. J. Muskens: Kon. Akad. Amsterdam 1902, V, 8, No. 5. Jnl. of Phys., 1904, Vol. XXXI, S. 204. Vergl. S. 119 dieses Werkes.

bulären Kernkomplexes) werden auf die Dauer zwar ruhiger, aber sie werden nie ganz kompensiert. Die Rollbewegungen sind auch besonders heftig, wenn man Froschlarven durch einen Stich in den Isthmus cerebri verletzt; nach VULPIAN [1]) verhindert die Verletzung und das fortwährende Rollen keineswegs ein vollständiges Auswachsen des Tieres.

Eine besonders ausführliche Studie über zahlreiche experimentelle halbseitige Verletzungen bei Fröschen besitzen wir von STEINER, der auf Grund seiner Beobachtungen die Theorie über das Bewegungszentrum in der Medulla oblongata schuf. Weiteres über Schnitte durch den Hirnstamm in zahlreichen Kombinationen halbseitiger und doppelseitiger Durchschneidung finden wir in der genannten Arbeit von SCHEPILOFF. Diese Autorin schlieszt sich weder der GOLTZ'schen Auffassung an, „der 8. Nerv sei der Nerv für das Gleichgewicht" noch derjenigen EWALDs „der 8. Nerv kontrolliere gewisse Muskeln durch Erhaltung einer gewissen Muskelspannung; nach Ausschaltung des peripheren Organs entstehe eine Art Parese oder Tonusverlust". Sie ist vielmehr der Ansicht, dasz der 8. Nerv die Sensationen der translatorischen Bewegungen des Körpers und namentlich des Kopfes übermittelt. Die Körperbewegungen, die durch Reizung der Nerven entstehen, seien als „Mouvements de défense" aufzufassen. SCHEPILOFF studierte vornehmlich die Neigung des Kopfes nach Durchschneidung des N. VIII und nach Verletzungen des Hirnstamms, dabei vernachlässigte sie die Manegebewegung, die sich nicht in so gesetzmäsziger Weise nach diesen Verletzungen zeigt und die von SCHEPILOFF auch mehr als eine sekundäre Erscheinung, als eine Art Schwindel im Sinne einer „Impulsion" nach FLOURENS, aufgefaszt wurde. Sie übersieht dabei die prinzipielle Gleichwertigkeit der Zwangsbewegungen in der horizontalen und in der frontalen Ebene (loc. cit. S. 36 oben).

Auch das Vorderhirn soll einen gewissen Einflusz auf die Lokomotion haben, denn — und das ist in Hinsicht auf die Striatum-Frage sehr wichtig — nach Abtragung des Vorderhirns sind die Zwangsbewegungen bei Verletzung der Oblongata viel weniger heftig. Allerdings hat unlängst BLANKENAGEL [2]) wieder dem Vorderhirn des Frosches jeden Einflusz auf die Motilität abgesprochen.

Nach querer Durchschneidung des Hirnstamms vor dem Kleinhirn kann das Tier noch schwimmen, zeigt aber keine Reaktionen auf schiefer Ebene [3]). Schneidet man nachher den Acusticus durch, so sieht man Rollbewegung nach der kranken Seite, wie wir sie auch bei normalen Fischen und Amphibien sehen, nur ist die Manegebewegung hier nach beiden Seiten gerichtet.

Die Neigung rückwärts zu gehen ist am offensichtlichsten nach Quer-

---

[1]) VULPIAN: Leçons de la Phys. du syst. nerv., 1886, S. 783.

[2]) BLANKENAGEL: Zool. Jahrbücher, Bd. 49, 1931.

[3]) STEINER und vor ihm ECKHARD meinen, dasz nach diesem Eingriff die Reaktionen auf schiefer Ebene sowie der Stellreflex (der darin besteht, dasz sich das auf den Rücken gelegte Tier umdreht) sicherlich fehlten.

läsion vor dem Kleinhirn, sie ist aber auch noch nach Durchschneidung beider N. optici nachweisbar. STEINER lokalisierte das Hauptzentrum des Rückwärtsgehens in den hinteren Teil des Lobus opticus. Dabei sollen nach SCHEPILOFF der N. trigeminus und N. opticus eine Rolle spielen, während eine Reizung der hinteren Teile des Körpers eine Propulsion auslöse. Bemerkenswert ist auch SCHEPILOFFs Versuch: nach Durchschneidung beider N. acustici löst eine Mittelhirnverletzung doch noch eine Manege nach der gesunden Seite aus; sie folgerte daraus, dasz die zerebral bedingte Manegebewegung unabhängig vom Nervus Acusticus zustande komme, vertritt also eine andere Ansicht als LOEB.

§ 4. Theoretisches.

Gestützt auf die oben erwähnten Grundversuche glaubte GOLTZ, dasz das Zentrum einer Körperhälfte nach Halbdurchschneidung (einer Hirnhälfte) ausgeschaltet würde. Dagegen vertrat SCHIFF die Auffassung, dasz der N. vestibularis den Organismus über die translatorischen Bewegungen des Körpers und namentlich des Kopfes informiere; die Rollung entstehe durch Fehlen der rechtsseitigen Empfindungsreize. FLOURENS und VULPIAN glaubten an die Existenz von zwei Kräften, von denen eine den Körper nach rechts, die andere nach links zu drehen suche; bei normalem Verhalten hebe eine Kraft die andere in ihrer Wirkung auf. Dagegen erklärte sich EWALD die Erscheinungen durch direkten Einflusz des Labyrinths auf gewisse Muskelkombinationen; eine Verletzung des N. vestibularis bewirke deren Paresen, oder besser einen Tonusverlust", deshalb sprach er von „Tonuslabyrinth". Ausgedehnte untersuchungen, die namentlich der Analyse der Augenbewegungen nach Labyrinthverletzung dienten, besitzen wir von HOGYIES; dieser nahm an, dasz die ampullären Nerven eng mit den motorischen Augenmuskelkernen verbunden seien, und glaubte sogar genau feststellen zu können, auf welche Augenmuskeln ein bestimmter Ampullarnerv einwirke!

MAGNUS meinte, dasz die Rollbewegung aus einer Reihe nacheinander in Aktion tretender Reflexbewegungen zusammengesetzt sei, den sogenannten Kettenreflexen. Tonusänderungen der den Kopf drehenden Muskeln sollen die Auslösung weiterer Reflexe etc. bewirken, eine Ansicht, der wenigstens für den Menschen von WODAK und FISCHER der Boden entzogen worden ist.

MC. NALLY und J. TAIT sind unlängst auf die alte SCHIFF'sche Idee zurückgekommen, indem sie annehmen, das Tier „fühle" sich nach r. Labyrinth-Exstirpation nach l. gedreht, nehme deshalb kompensatorischen Rollstand nach R. ein. Abgesehen davon, dasz wir nicht wissen können, was das Tier „fühlt", so kann eine derartige Erklärung kaum für die Manegebewegung in Betracht kommen.

STEINER hält Rollbewegungen und Manegebewegungen für grundver-

[1]) VULPIAN: Leçons de la physiologie générale et comparée du Système Nerveux, 1866, S. 863.

schiedene Phänomene. Auch sieht er die Uhrzeigerbewegung, die er nach Thalamus- (d.h. wohl Commissura posterior-) Läsion nach der gesunden Seite hin beobachtete als eine besondere Zwangsbewegung an. Diese Bewegung beruhe lediglich auf einer Reizung, da sie bald zurückgehe! Diese Auffassung STEINERs ist in der Literatur nicht anerkannt worden, denn es erscheint auszerordentlich widerspruchsvoll, dasz man einmal eine Manegebewegung nach der gesunden Seite als Folge einseitiger Läsion des Mesencephalons, also eines Funktionsausfalls, ein anderes Mal dieselbe, nur noch ausgesprochenere, Bewegung als Folge einer Läsion des Thalamus, also als Folge einer Reizverstärkung ansehen soll. Die Rollbewegung sei ein Oblongatasymptom und sei auf die Verletzung des medullären Bewegungszentrums zurückzuführen; die Manegebewegung sei ein Symptom, das nach Verletzung des Mittelhirns aufzutreten pflege. Wenn auch wiederholt bereits früher französische Autoren (u.a. C. BERNARD [1]) nach verschiedenen Verletzungen bei Fröschen ein *Zurückgehen* beobachtet und mitgeteilt hatten, so gebührt doch STEINER [2]) das Verdienst, darauf hingewiesen zu haben, dasz dieses Symptom regelmäszig nach doppelseitiger Resektion des hinteren Teiles des Mesencephalons (Abb. 3 b, S. 52) auftritt.

LOEB [3]) hat angegeben, dasz der Schnitt durch den Lobus opticus des Frosches die ventralen Teile erreichen musz, wenn man Manegebewegungen nach der gesunden Seite hervorbringen will. So wie er die Manegebewegung als einen Tropismus auffaszt, so will er die Rollbewegung als durch Lähmung gewisser Muskeln bedingt ansehen. All diese interessanten Vorstellungen, denen meistens Versuchsreihen an einer einzigen Tierart zugrunde liegen, mögen vielleicht einen wahren Kern enthalten, alles in allem sind sie aber nach den anatomisch-physiologischen Befunden, die bei den verschiedensten höheren und niedrigen Tierformen erhoben werden konnten, kaum noch aufrecht zu erhalten. Gestützt auf anatomisch-physiologische Befunde erkennt man, dasz eine Lokomotion in drei Ebenen, die besonders bei Tierformen in Frage kommt, die sich in einem dreidimensionalen Raum, in einem „flüssigen" Medium, fortbewegen, nur dann möglich ist, wenn ein Organ da ist, das die Stellung des Körpers in drei Ebenen perzipieren kann, und wenn ein Zentrum für jede der sechs möglichen Lokomotionsformen vorhanden ist (in der horizontalen Fläche nach rechts und links; in der frontalen Fläche: Rollungen nach rechts und nach links, in der vertikalen Ebene nach oben und unten). Die primären Zentren kann man wohl in den vestibulären Kernen annehmen, welche alle mit ins Rückenmark absteigenden Fasern (im hinteren Längsbündel) versehen sind. Nach meiner Meinung sind die vestibulären Kerne nicht ausschlieszlich sensorische, sondern sensu-

---

1) C. BERNARD: Leçons de la Physiol., 1858, S. 480.

2) STEINER: Funktionen des zentralen Nervensystems, I, Froschhirn eig., 1885, S. 105—124.

3) LOEB: Forced movements and tropisms, 1918, S. 23.

motorische Kerne und damit Zentrum der diversen peripherischen Reflexbögen; ähnliche Gedanken finden wir bei CYON, SCHEPILOFF und POLIMANTI wieder, auch STEINERs „Bewegungszentrum" paszt in diese Gedankengänge hinein. Alle sechs prinzipalen Bewegungsformen, um das Wort — nicht die Gedanken — MUNKs zu benutzen, halten sich normalerweise, immer je zwei, die Wage. Welche Zwangsbewegungen auf Verletzung der primären Kerne und von deren im Hirnstamm aufsteigenden sekundären und tertiären Verbindungsbahnen erfolgen, hängt von der üblichen Stellung und der gewöhnlichen Bewegungsform, sowie von dem Milieu, in dem die Tiere leben, ab: Leben im Wasser (wobei man flache Bodentiere von pelagischen, schwebenden und benthonischen, an der Oberfläche des Wassers lebenden Formen unterscheiden kann), in der Luft, auf den Bäumen, auf dem Land; ferner auch von der Ebene, in welcher das Gleichgewicht am meisten bedroht ist. So läszt sich das Vorherrschen der Überschlagebewegungen bei Plattfischen, der Rollbewegung bei den gewöhnlichen Fischformen, Fröschen und Vierfüszlern erklären, denn bei diesen Tieren ist das Gleichgewicht in der frontalen Ebene am meisten gefährdet. Andere Verhältnisse findet man bei Tieren wie den Schildkröten, die in Anbetracht ihres in der frontalen Ebene gesicherten Gleichgewichtes gar keine Neigung zu Rollbewegungen zeigen, und ferner bei Vögeln, deren Gleichgewicht am stärksten in der vertikalen (anteroposterioren) Ebene gefährdet ist; diesem Umstand ist wohl auch die Heftigkeit des Überschlagens nach vorn und hinten der Vögel bei Läsion der betreffenden Bahnen zuzuschreiben.

Bei den Anthropoiden ergeben sich infolge des aufrechten Ganges ganz andere Verhältnisse. Hier tritt ebenfalls die Rollbewegung ganz in den Hintergrund, und es kommt gewöhnlich nur zu einem Fallen nach vorn und hinten, nach rechts und links.

§ 5. Das Phänomen „Pars pro toto".

Die verschiedenen Hauptformen der Lokomotion gehören so eng zur Organisation des Zentralnervensystems, dasz man auf Schritt und Tritt auf das Phänomen „Pars pro toto" stöszt; d.h. wenn man das Versuchstier teilweise in eine der sechs möglichen Stellungen bringt, so nehmen automatisch — je nachdem — Extremitäten, Rumpf und Augen, die entsprechende Stellung an.[1]) Wenn dem enthirnten (aber auch mehr oder weniger dem unverletzten) Hund der Kopf hochgehoben wird, geraten automatisch die Vorderpfoten in Streck-, die Hinterpfoten in Beugestellung; die Augen werden dabei nach oben gerichtet; dieses Phänomen ist von MAGNUS beschrieben worden. Auf demselben Prinzip des

[1]) Wenn LYON und LOEB den Fisch den Kopf beim Vorwärtsschwimmen nach rechts, die Augen nach links wenden sehen, so ist das ein Folge des Compensationsreflexes, der hier wenigstens während der Bewegung dem „Pars pro toto-reflex" entgegen wirkt.

[2]) GROEBBELS: Nervenheilkunde, Bd. 107, 1928, S. 155.

„Pars pro toto" beruht wohl das Vorbeizeigen bei geschlossenen Augen BARANYS die veränderte Innervation der Extremitäten bei Kopfdrehung, etc.

Nur eine ausgedehnte und reiche Erfahrung an den oben genannten Tierformen kann vor einem einseitigen Urteil hinsichtlich der verschiedenen Formen der Zwangsbewegungen schützen; STEINER sowie auch SCHEPILOFF haben die Roll- und Manegebewegungen auf zwei ganz verschiedene Mechanismen bezogen; anderseits glaubte ein Forscher wie PREVOST sogar an die Identität dieser beiden Zwangsbewegungsarten (vergl. S. 10). Man hat viel zu wenig berücksichtigt, dasz sehr oft alle beide als Folge einer einzigen Läsion in die Erscheinung treten, und dasz in solchem Falle bei den üblichen Versuchstieren die Heftigkeit der Rollbewegungen die in der Regel nicht so ausgesprochenen Zwangsbewegungen in der horizontalen (Manegebewegungen) und in der vertikalen Ebene (Kulbutation nach vorn und hinten) verdeckt. Nicht selten sieht man erst nach Abklingen der heftigen Rotationen, die Manege- und vertikalen Bewegungen zum Vorschein kommen.

Vielfach scheinen aber auch die Forscher die Analyse der beiden Bewegungsformen nicht exakt durchgeführt zu haben. So hat zweifellos SCHEPILOFF nicht erkannt, dasz, wenn bei Manegebewegung nach links „Inklination" des Kopfes nach rechts auftritt, hier eine Kombination einer Manegebewegung nach links mit einer Rollbewegung nach rechts vorliegt. Obwohl der Frosch nach der linken Seite springt, ev. dabei auf die rechte Seite fällt, so gehört die Rotation des Kopfes um die Längenachse nach rechts zum Syndrom der Rollbewegungen nach rechts. Es wäre zum richtigen Verständnis der Verhältnisse sehr zweckmässig, wenn man sich dahin einigen würde, eine solche Teilerscheinung der Manegebewegung nach rechts nur „Wendung des Kopfes nach rechts" zu nennen und die entsprechende Teilerscheinung der Rollbewegung nach links als Neigung oder Rotationsstellung oder Inklination nach der linken Seite zu bezeichnen. Der Grund, dasz den meisten Forschern die Zwangsbewegungen nach vorn und hinten entgangen sind, ist wohl darin zu suchen, dasz bei den meisten Tieren die Zwangsbewegungen nach vorn und hinten nicht sehr deutlich wahrnehmbar sind. Ein scharfer Beobachter wie PROBST [1]) spricht allerdings in seinen Versuchsprotokollen von einer zwangsartigen Haltung des Kopfes nach unten und oben, hat aber nicht erkannt, dasz diese Beugungen nach unten und oben den Roll- und Manegebewegungen gleichwertige Zwangsbewegungen darstellen. Desgleichen waren ihm die zu den verschiedenen Zwangsbewegungen und Zwangsstellungen gehörigen nicht sehr ausgesprochenen Augenzwangsstellungen entgangen.

Wie eng mit der Funktion des Hirnstammes die einzelnen sechs Stellungen der Körperhaltung und die 6 Arten der Fortbewegung zusammenhängen, hat niemand klarer bewiesen und dargelegt als MAGNUS und DE KLEYN bei höheren Tieren. Diese Kopf-Körper-Augenstellung bildet ein Syndrom sui generis dadurch, dasz, wenn man den Kopf der Thalamuskatze nach oben hebt, die Vorderpfoten sich strecken, die hinteren sich beugen, die Augen aufwärts blicken und vice versa: bei Biegung des Rumpfes in der horizontalen Fläche nach rechts stellen sich die Augen in konjugierte Deviation nach rechts. Läszt man dagegen den Kopf nach rechts rollen, d.h. rechtes Ohr nach unten, so nehmen der Körper und die Extremitäten automatisch auch die Rollstellung ein. Man nimmt hier die Existenz tonischer Reflexe an; mir scheint es logisch und physiologisch richtiger, das Phänomen als „Pars pro toto" zu betiteln, gewissermaszen

[1]) PROBST: Jahrbücher f. Psych., Bd. 24, 1904, S. 31.

als eine zentral bedingte Koppelung, als Grundlage für jeden der sechs Bewegungstypen, die wir von den frei sich in einem flüssigen Medium bewegenden Tierformen her kennen.

§ 6. *Richtung und Phänomenologie der Zwangsbewegungen (im Zusammenhang mit physiologischen und anatomischen Grundlagen).*

Die Erkenntnis dieser sechs Lokomotionstypen ist auch deswegen wichtig, weil damit endgültig die in der Geschichte der Zwangsbewegungen so oft vorkommenden Miszverständnisse in Bezug auf die Richtung einer beobachteten Zwangsbewegung in der Zukunft ausgeschlossen werden können. Es ist ja selbstverständlich, dasz die Richtung einer Rollbewegung eines Frosches oder eines Vierfüszlers entgegengesetzt angegeben wird, je nachdem der Untersucher sich an das Kopfende oder aber hinter das Tier stellt. Die Richtung der Rollung wird man nach der Richtung der Lokomotion benennen, und dabei von der normalen Stellung des Tieres ausgehen.

In gleicher Weise wie die widersprechenden Angaben bei gleichgerichteten Experimenten ist auch die Tatsache zu werten, dasz von FLOURENS und RENZI nach fast gleicher Operation verschiedene, genau beschriebene Zwangsbewegungen beobachtet bezw. mitgeteilt wurden. Diese Differenz erklärt sich einmal aus der verschiedenen Art und Tiefe der Verletzung, dann aus der verschiedenen Bennenung und Auffassung der Froschhirnteile. Schlieszlich ist auch der Zeitpunkt der Beobachtung dabei nicht ohne Bedeutung; oft sieht man das Tier gleich nach einer Verletzung infolge Blutung und Reizung der betreffenden Region eine bestimmte Zwangsbewegung nach rechts machen, während es, wenn die Reizung abgeklungen ist, eine entgegengesetzt gerichtete gleichartige Zwangsbewegung ausführt.

Auch glaubte man auf einen prinzipiellen Unterschied zwischen Roll- und Manegebewegung schlieszen zu müssen, und zwar auf Grund der Beobachtung, dasz nach Durchschneidung des 8. Hirnnerven die Rollbewegung stets bestehen bleibt, während die Manegebewegung bald verschwindet. Diese Folgerung ist m.E. aber ein Fehlschlusz.

Auch weil Wegnahme des rechten Lobus opticus Flankengang nach rechts hervorruft, hält SCHEPILOFF das Mesencephalon für das Zentrum des Gleichgewichts und glaubt, dasz der 8. Nerv sensorischer und nicht motorischer Natur sei; sie betont ferner, was aber durch ihre Beobachtungen nicht genügend bewiesen erscheint, dasz nicht immer Körperstellung und Zwangsbewegung miteinander übereinstimmen.

Wichtig erscheint mir die SCHEPILOFF'sche Bemerkung, dasz die Adduktion der rechten Vorderpfote bei Rollung nach rechts keine Bedeutung hat, sondern nur eine Folge der Neigung des Rumpfes ist, denn wenn man mit Gewichtchen den Kopf nach einer Seite zu neigen versucht, kommt es ebenfalls zu einer Adduktion der rechten Vorderpfote. Diese Beobachtung ist gewissermaszen als Grundversuch (ohne dasz dies Frau SCHEPILOFF beabsichtigt und erkannt hätte) für meine Aufstellung des

Prinzips „Pars pro toto" bedeutungsvoll. Unter dem Einflusz der Kopfneigung nimmt der ganze Körper, Kopf und Extremitäten, die Rollstellung ein. Diese Nichtbeachtung der Stellung der Extremitäten bei der Rollbewegung ist nur möglich gewesen, weil weder SCHIFF noch SCHEPILOFF an Fischen experimentiert haben. Man kann nach meinen, die STEINERschen Versuche vollauf bestätigenden Beobachtungen am Frosche ganz schematisch (Abb. 3 a) Folgendes feststellen:

Nach Schnitt a: Lokomotion unmöglich.

Nach ausschlieszlicher Wegnahme des Kleinhirns: kann das Tier den Sprung nicht so genau abwägen wie vorher.

Nach Schnitt b: Neigung zurückzugehen.

Nach Schnitt c: Verlust der Kompensation und Stellreflexe.

Was die halbseitigen Durchschneidungen des Froschhirns anlangt, so komme ich zum folgenden Schema (Abb. 3 b):

Schnitt a: Manege nach der gesunden Seite.

Schnitt b: Nach STEINER: Uhrzeigerbewegung nach der kranken Seite. Bei der Nachprüfung ist mir die Bestätigung dieser STEINERschen Angabe nicht gelungen.

Schnitt c: Manege nach der gesunden Seite. Hinneigung des Körpers nach der kranken Seite.

Schnitt d: Manege nach der gesunden Seite. Rollneigung nach der kranken Seite.

Schnitt e: Rollneigung nach der kranken Seite. Manege nach der kranken Seite.

Schnitt f: Manege nach der kranken Seite.

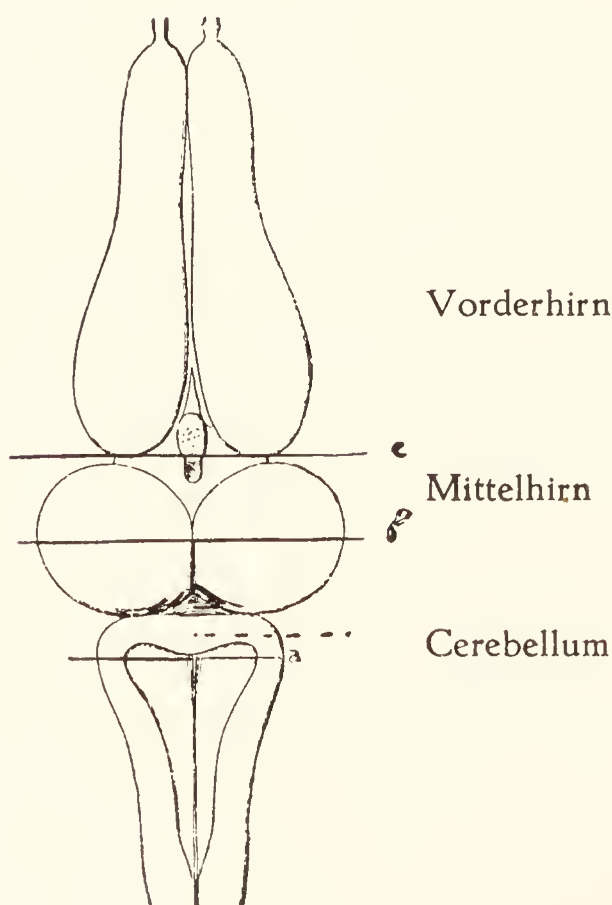


Abb. 3*a*,

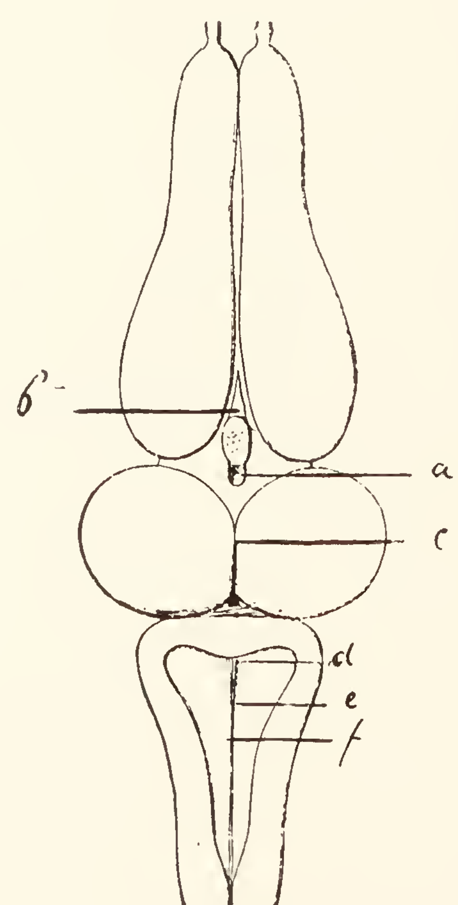


Abb. 3*b*.

Mit diesen Beobachtungen können die Untersuchungen an Fröschen bis zu einem gewissen Grad als abgeschlossen betrachtet werden — spätere

sind mir jedenfalls nicht mehr bekannt geworden. Interessant sind für uns auch v. ROSSEM's Ausführungen [1]), dasz nämlich bei den Reptilien schon jedes Labyrinth (und jeder Vestibulariskern-Komplex) die Rotationen nach beiden Seiten kontrolliere, weil ja jedes Labyrinth für sich auf beiderseits gerichtete Rotationen reagiere. Bei höheren Tieren war dies in noch höherem Grade der Fall. KUBO[2]) verdanken wir den Nachweis des Zusammenhanges einzelner Bogengänge mit bestimmten Formen von Nystagmus (und Zwangsbewegung) (vergl. Abb. 11, S. 100). Der Autor sieht in dem Nystagmus, den er bei mechanischer Reizung der Bogengänge beobachtet, ein der Schwindelerscheinung verwandtes Phänomen und übersieht dabei den unmittelbaren Zusammenhang des asymmetrischen Nystagmus mit den Zwangsbewegungen. Dasz der Kältereiz den entgegengesetzten Erfolg wie der Wärmereiz auf die Richtung des Nystagmus hat, hängt nach BREUER von der Strömungsrichtung der Lymphe ab, je nachdem der Liquor zu den Ampullen hin oder von den Ampullen wegströmt. Richtiger scheint mir LEEs Schluszfolgerung [3]), dasz man in jeder Crista zwei funktionnell verschiedene Arten von Nervenendigungen annehmen müsse. Jedenfalls sind die horizontalen Bogengänge die empfindlichsten, was wohl damit zusammenhängt, dasz die Lokomotion und die Augenbewegungen in der horizontalen Ebene für die landlebenden Mammalier die meist gebrauchten sind (kontinuierlich benutzt werden).

§ 7. *Beobachtungen an Reptilien.*

FANO [4])) fand, dasz nach lokaler Verletzung des Vorderhirnseptums die Tiere eine Tendenz zum „Nach-vorn-laufen" zeigten (nodo ambulatorio). Ebenso wie die Schildkröte neigt die Eidechse nach Exstirpation des vorderen Abschnittes des Mesencephalons (BICKEL [5])) zum Zurückgehen. Nach FANO sollen nach Entfernung des Mesencephalons Ataxie und Neigung zum Fallen auf den Panzerrücken auftreten, jedoch sollen die reflektorischen Bewegungen auf der Drehscheibe bestehen bleiben. Schlangen können eigenartigerweise (HENRI [6])) nach Wegnahme eines Labyrinths den Kopf nicht mehr aufrichten, sondern halten ihn schräg nach der kranken Seite gerichtet, wobei sie eine Vorliebe zeigen, Wendungen nach dieser Seite auszuführen.

TRENDELENBURG und KUHN [7]) bemerken, dasz Schildkröten und Tauben am besten und schnellsten die kompensatorischen Kopfbewegungen bei passiver Rotation zeigen. Nach Vernichtung eines Labyrinths bleiben die Kompensationen (bis 90 °) bestehen. Jedoch wird nicht mehr der

---

[1]) V. ROSSEM: Onderzoek Physiol. Lab., Utrecht, 1908, S. 199.
[2]) KUBO: Pflügers Archiv, Bd. 114, 1906, S. 190.
[3]) LEE: Jnl. of Physiol., 15, 1893, S. 311.
[4]) FANO: Arch. Italiennes de Biologie, 1883.
[5]) BICKEL: Arch. f. (Anat. u.) Physiologie, 1901, S. 56.
[6]) HENRI: Comptes Rendus de la Soc. biol., 1899, S. 894.
[7]) TRENDELENBURG und KUHN: Arch. f. (Anat. u.) Physiol., Bd. 183, 1908.

ganze Drehungswinkel vollkommen kompensiert, selbst nicht nach Wegnahme beider Labyrinthe. Das Ausfallen des reflektorischen Festhaltens von Kopf und Augen während aktiver Bewegungen zeigen TRENDELENBURGS Abbildungen [1]) einer Ringelnatter vor und nach doppelter Labyrinthabtragung (Abb. 4 a und b). Der aufmerksame Leser wird die Bemerkung machen, dasz wir hier auf einen Reflex stoszen, der stark an den 1903 von mir beim Octopoden festgestellten (S. 176) Horizontalreflex oder



Abb. 4*a*.
Ringelnatter, normale Ortsbewegung beim Schwimmen.
(Nach TRENDLENBURG).



Abb. 4*b*.
Ringelnatter, doppelseitige Labyrinthexstirpation.
Bewegungsstörung beim Schwimmen.

Äquatorialreflex erinnert. Der Unterschied liegt darin, dasz die Molluskenaugen während der aktiven und passiven vertikalen Bewegungen den gleichen Stand behalten; während der Ringelnatterkopf reflektorisch, bei den passiven und aktiven horizontalen Verschiebungen des Körpers, gleichgerichtet bleibt. Es stellt sich heraus, dasz es von der üblichen Fortbewegungsweise der Tiere abhängt, in welcher Ebene diese „Klebe-Reflexe" am meisten entwickelt sind. Das Kennen dieser Reflexe der niederen Tiere wird uns für gewisse pathologische Symptome beim Menschen das Verständnis ermöglichen (S. 176).

§ 8. *Eine Definition des „Gleichgewichtes" auf Grund der Zwangsbewegungen.*

Beide Zwangsbewegungen (Roll- und Manegebewegung) treten so regelmäszig zu gleicher Zeit nl. bei den Hirnstammversuchen auf, dasz man wohl an einen biologischen und auch mechanischen Zusammenhang denken musz. Neigt sich doch auch ein Fahrzeug oder Flugzeug beim Wenden in der horizontalen Ebene nach einer Seite, und zugleich in der frontalen Ebene nach der anderen Seite! Ausnahmen von dieser Regel

[1]) TRENDELENBURG: Arch. f. (Anat. u.) Physiol., 1908, S. 174.

bilden gewisse Befunde beim Menschen und den Vögeln, die auf biologische Eigentümlichkeiten, auf die wir später ausführlich zurückkommen werden (die gewohnte Lage im Raume, Lage und Form der betreffenden Bahnen und Kerne) zurückzuführen sind.

Im allgemeinen unterscheidet man bei den obengenannten Tierarten Zwangsbewegungen in drei Ebenen: In der horizontalen Ebene: Manegebewegung mit koordinierter lateraler Abweichung von Kopf und Augen, evtl. der Augen allein als zugehöriger Zwangsstellung. In der frontalen Ebene: Rollbewegungen mit entsprechender schiefer Haltung des Kopfes und entgegengesetzter Abweichung beider Augen: das Auge derjenigen Seite des Tieres, nach welcher die Rollbewegung d.h. die Lokomotion gerichtet ist (vom Standpunkt des Tieres aus gesehen), nach unten gerichtet, das andre nach oben. In einer früheren Untersuchung hatte ich Gelegenheit, darauf hinzuweisen, dasz diese bei den Vierfüszlern so wichtige Zwangsbewegung auch mit einer Rollbewegung der Augen um ihre eigene Achse in der Richtung der Zwangsbewegung verbunden ist (S. 119) [1]). In der sagittalen oder vertikalen Ebene unterscheidet man Aufbäumbewegung, und Purzeln nach vorn mit zugehöriger Zwangsstellung der Augen (und evtl. anderer beweglicher Körperteile) im selben Sinn. Hierbei ist zu bemerken, dasz das Purzeln nach vorne keineswegs, wie bei der Roll- oder Manegebewegung nach rechts und links, das Spiegelbild des Purzelns nach hinten darstellt, wenn auch beide Bewegungen in der gleichen sagittalen Ebene stattfinden.

Wenn wir uns nun erinnern, dasz man mit der in den Handbüchern gegebenen Definition des Gleichgewichtes der Lebewesen: „Im Gleichgewicht befindet sich ein lebender Organismus, wenn der Schwerpunkt innerhalb der Unterstützungsfläche liegt", doch in den meisten Fällen nicht auskommt, möchten wir im Anschlusz an obigen Ausführungen folgendes vorschlagen: „Ein lebender Organismus befindet sich dann im Gleichgewicht, wenn alle sechs Hauptbewegungen sich die Wage halten".

SCHLUSZFOLGERUNG AUS ABSCHNITT I.

Zusammenfassend ergeben sich folgende Schluszfolgerungen:

1. Bei den niederen Wassertieren ist ein primitiver Labyrinthapparat zur Aufrechterhaltung der dem Tier eigenen Stellung vorhanden; voll ausgebildet, bezw. entwickelt ist er aber erst bei den bilateral symmetrischen freibeweglichen Tieren.

2. Schon bei den niedrigsten Tierspecies spielen Gesichtsvermögen und allgemeiner Empfindungssinn für die Raumorientierung eine, wenn auch meistens untergeordnete, Rolle.

3. Je nach den Formen und Lebensgewöhnheiten der Tiere treten bei

---

[1]) L. J. J. MUSKENS: Verhandlungen der Kon. Akad., 1902, 2. Sektion, Teil VIII, no. 5.

Läsion des Labyrinths oder von dessen zentralen Verbindungen Roll-, Manege- oder Kulbutationsbewegungen als Zwangsbewegungen auf. Nach Abtragung eines Labyrinths, oder örtlicher Läsion des vestibulären Kerns sieht man sowohl beim beweglichen Embryo als beim erwachsenen Tiere Roll- und Manegebewegung nach der kranken Seite auftreten. Manegebewegung nach der gesunden Seite findet sich regelmäszig nach halbseitiger Hirnstammläsion, oft vergesellschaftet mit Rollbewegung nach der kranken Seite. Alle Zwangsbewegungen sind durch eine entsprechende Stellung aller beweglichen Körperteile, wie der Augen und Extremitäten (resp. Fangarme) zur Rumpfstellung gekennzeichnet. Die passende Einstellung der beweglichen Körperteile, wenn man passiv z.B. den Rumpf in eine bestimmte Stellung bringt, wird als „Pars pro toto" bezeichnet.

4. In der Literatur wird mehrfach darauf hingewiesen, dasz das Vestibularapparat nicht nur eine rein sensible, sondern auch eine sensitiv-motorische Funktion zu erfüllen hat.

5. Auf Grund der Studien über die Zwangsbewegungen an niederen Tieren wird eine neue Definition für „Gleichgewicht" vorgeschlagen.

ABSCHNITT II.

KAPITEL 7.

KURZE ZUSAMMENFASSUNG EIGENER BEOBACHTUNGEN ÜBER DIE ZWANGSBEWEGUNGEN NACH VERLETZUNG DES HIRNSTAMMES BEI GOLDFISCHEN [1]) UND TAUBEN [2]).

§ 1. *Goldfische: Halbseitige Durchschneidungen des Hirnstamms und einseitige Läsionen des H.L.B.*

1. Halbseitige Durchschneidung des Hirnstamms zeitigt beim Goldfisch dasselbe Resultat wie *einseitige Läsion des H.L.B.* und zwar Manegebewegung nach der gesunden Seite, ev. mit Rollneigung nach der kranken Seite.

Aus diesen Beobachtungen musz man schlieszen, dasz eine Verletzung welche ausschlieszlich die aufsteigenden Fasern im mittleren Dritteil eines H.L.B. (Tr. vestibulo-mesencephalicus) trifft, (ebenso wie bei der Katze, Kaninchen und Taube) zur Folge hat:

Anatomisch: Degeneration dieses Bündelanteils nach der Commissura posterior, wo er wenigstens teilweise kreuzt, bis zum Verschwinden

---

[1]) Diese Untersuchungen sind ausführlich zum Teil bereits in den „Psychiatrische en Neurologische Bladen", 1930, Nr. 5, publiziert worden.

[2]) Zum Teil ausführlicher publiziert: Psychiatr. und Neur. Bladen, 1931, Nr. 1, und Jnl. Comp. Neurology, V. 48, 1929, S. 267 und V., 50, 1930, S. 289.

in einem Commissurkern, welcher dem Nuc. commissurae posterioris der höheren Tiere entspricht.

Physiologisch: Ständige oder jedenfalls sehr lange andauernde Manegebewegung nach der gesunden Seite.

Das anatomisch-physiologische System, das bei der Katze gebildet wird durch die die Zwangsbewegungen in der Horizontal und Frontalebene beherrschenden auf- und absteigenden Längsbündelfasern findet man auch beim Goldfisch; dabei ist aber zu berücksichtigen, dasz

a) Kreuzung der Fasern nicht nur in der hinteren Commissur, sondern auch im Längsbündel zustande kommt.

b) die prosencephalen Verbindungen der Commissurkerne bei Fischen noch von geringer Bedeutung sind.

c) häufig zugleich auch der Tr. tecto-bulbaris homolateralis verletzt wird, dessen Durchschneidung, wie die des Längsbündels, ebenfalls Manegebewegungen nach der gesunden Seite zu verursachen scheint.

Als Folge des Umstandes unter b) erklärt es sich, dasz bei den Fischen eine Hemisektion oral von der Commissura posterioris — nicht wie bei den Vögeln und Säugetieren — dieselben Zwangsbewegungen (Manege und Rollen), aber mit entgegengesetztem Vorzeichen, veranlaszt. Tatsächlich

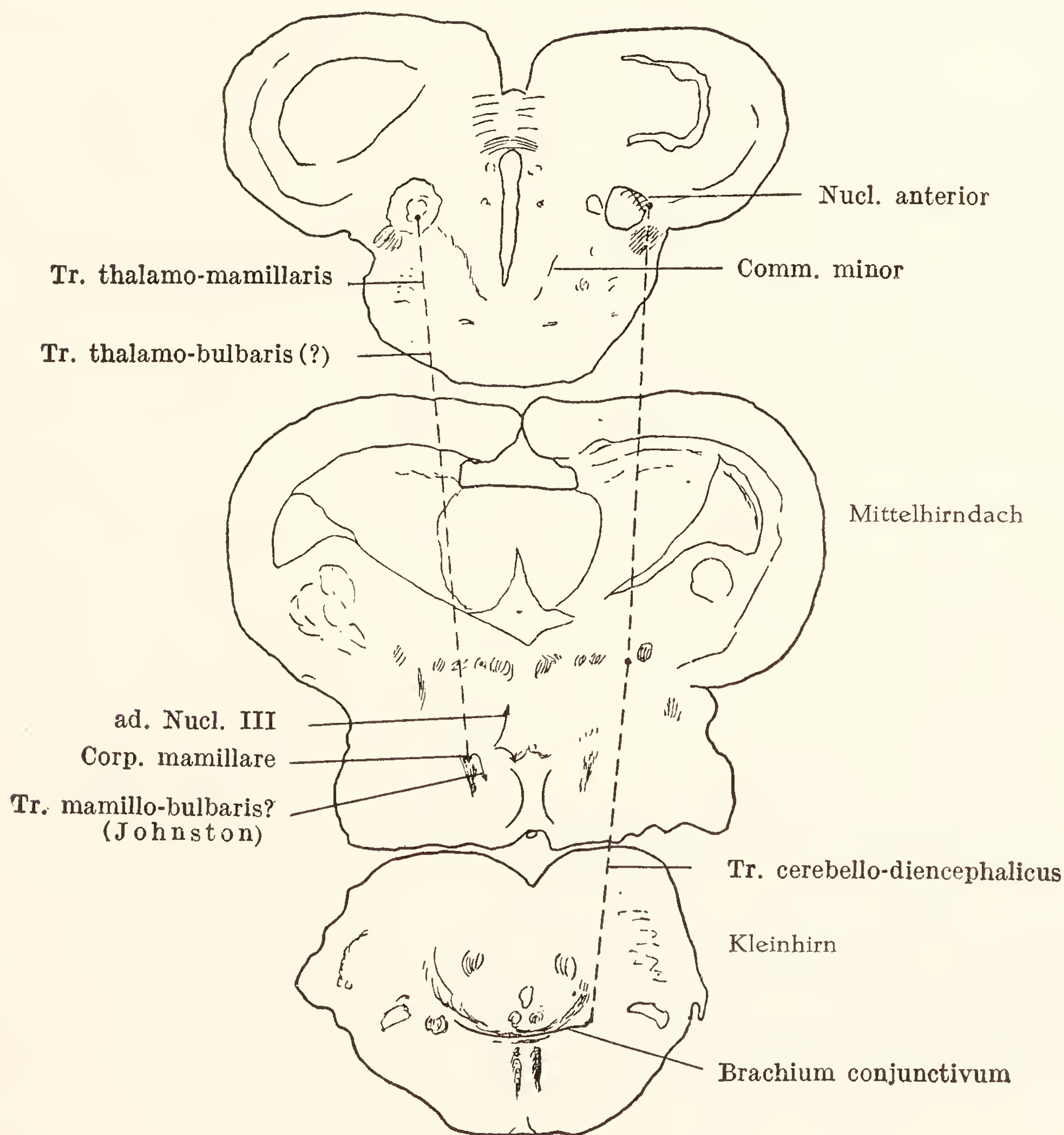


Abb. 5.

treten diese Zwangsbewegungen niemals nach irgendeiner Läsion oral von der Commissura posterioris auf.

2. Bindearmläsion. Im Experiment 358 findet man nach Verletzung der rechten Vestibularisgegend die sonst so selten in den Vordergrund tretende und rasch kompensierte Zwangsbewegung nach hinten. Hier wurde die Crista cerebellaris getroffen und es wurden degeneriert gefunden der Bindearm und vor allem dessen diencephaler Anteil, der, wie es sich zeigt, seinen Endpunkt im Nuc. anterior (und Corpus geniculatum) thalami findet (Abb. 5). Das eine wie das andere unterstützt die Annahme, dasz der Nuc. anterior thalami den supravestibulären Kern für die Zwangsbewegung nach hinten darstelle, eine Vermutung, die auch durch andere Beobachtungen bestätigt zu sein scheint.

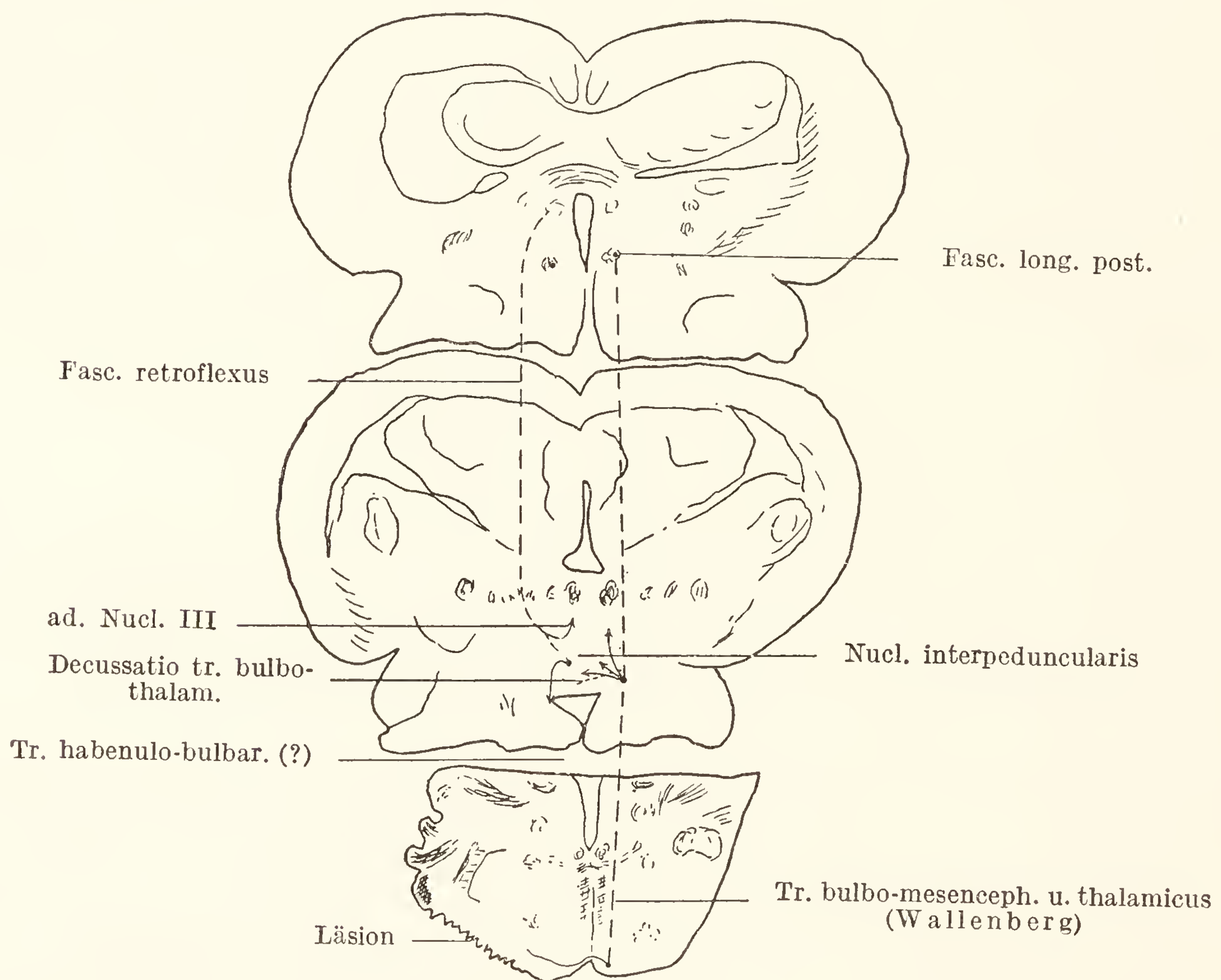


Abb. 6.

Abb. 5 zeigt auf der rechten Seite den Bindearm, dessen Läsion mit Zwangsbewegung nach oben und Abb. 6 den Tr. bulbo-(olivo-)thalamicus, dessen Läsion mit Zwangsbewegung nach *vorn* einhergeht. Auf der linken Seite sind diejenigen Bahnen angedeutet, deren Läsion anscheinend ähnliche Erscheinungen hervorrief (Resp. Tr. thalamo-mamillaris und Tr. retroflexus).

3. Durchschneidung des Tr. habenulo-interpeduncularis (MEYNERTS Bündel). Überlebungszeit: 1 Monat. MARCHI-Färbung. Das Bündel war nach oben geschwollen, nach unten bis in den Nuc. interpeduncularis entartet. Aus dem Tr. habenulo-interpeduncularis zweigt ein kleineres entartetes Bündelchen zur Gegend der III. Kerne ab. Eine feine Körnung scheint sich nach unten in der Oblongata im Areal des Tr. bulbo-thalamicus (MAYSERS Pyramide, JOHNSONS Fasern) fortzusetzen, mehr auf der ge-

kreuzten Seite. Dieses Tier zeigte Zwangsbewegung nach unten. Bei verschiedenen Versuchstieren, welche Zwangsbewegungen nach unten zeigten, wurde eine aufsteigende Entartung des Tr. bulbo-thalamus beobachtet, eines Bündels, dessen Ursprung noch nicht ermittelt worden ist, das wahrscheinlich aber aus der unteren Olive stammt (Abb. 6). Denn eine Durchsicht zahlreicher Teleostier zeigt das Entstehen dieses Bündels immer dort, wo die untere Olive anwächst. Auch erscheint das Bündel stärker bei denjenigen Formen, wobei die untere Olive stärker entwickelt ist.

§ 2. *Tauben.*

1. Während einseitige Verletzung des Vestibularkerns und der Vestibularwurzel als Ausfallserscheinung Manegebewegung und Rollbewegung zur kranken Seite ergibt, hat halbseitige Durchschneidung des Hirnstamms zwischen Vestibulargegend und hinterer Commissur Manegebewegung nach der gesunden und Rollbewegung nach der kranken Seite zur Folge. Das verschiedene Verhalten beider Zwangsbewegungen hängt wohl davon ab, dasz der Tr. vestibulo-mesencephalicus gleich in der Vestibularkerngegend kreuzt, im mittleren Abschnitt des H.L.B. oralwärts verläuft, um zum zweiten Male in der hinteren Commissur zu kreuzen und in dem Nuc. commissurae posterioris sich aufzusplittern. Dagegen bleibt der Tr. vestibulo-tegmentalis auf derselben Seite — im lateralen Abschnitt des Horns des H.L.B. —, um in der hinteren Commissur zu kreuzen und in Verbindung mit dem Nuc. interstitialis zu treten.

Einseitige Durschschneidung des Thalamus hat Manegebewegung nach der kranken, und Rollbewegung nach der gesunden Seite zur Folge. Der Tr. striomesencephalicus, der zweifellos aufsteigend und absteigend bei diesem Schnitt zur Degeneration gebracht wird, ist wohl dat anatomische Gebilde, dessen Läsion diese Zwangsbewegungen hervorruft. Dieses Bündel verbindet das Palaeostriatum (= Mesostriatum) vor allem mit dem Nuc. spiriformis lateralis. Die im Vergleich mit der Katze komplizierten



Abb. 7 a. Taube in Zwangsstand nach hinten in Folge einer Läsion des Nuc. medianus cerebelli.

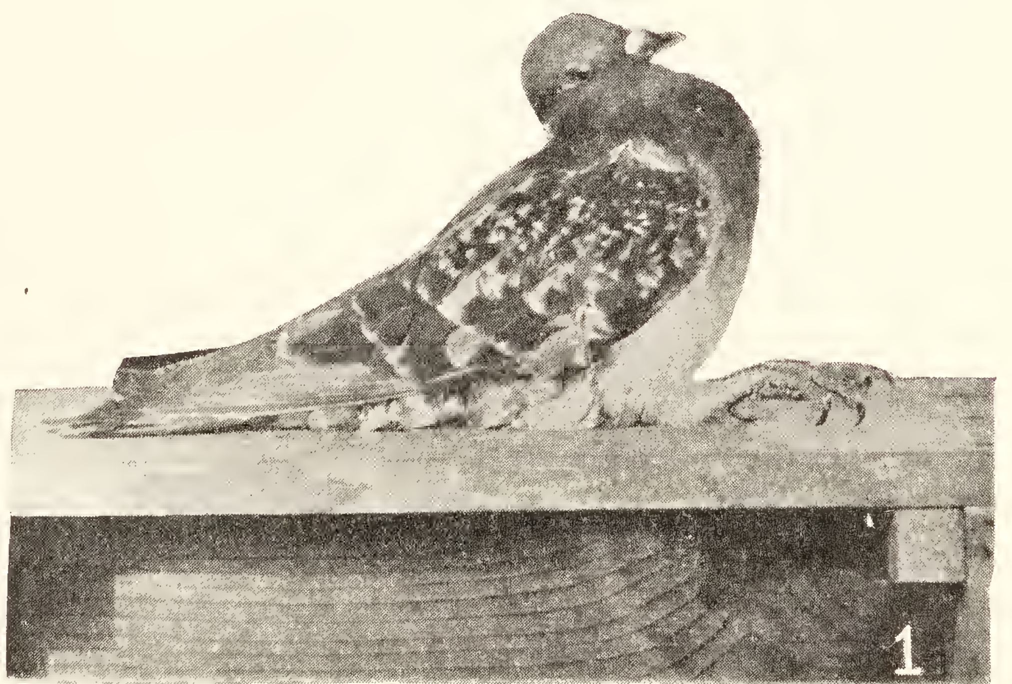


Abb. 7 b. Taube mit Kopfkappe, nach Abtragung beider Labyrinthe (EWALD).

Verhältnisse beim Vogel sind vielleicht darauf zurückzuführen, dasz den Vögeln mehrere Formen der Lokomotion zur Verfügung stehen.

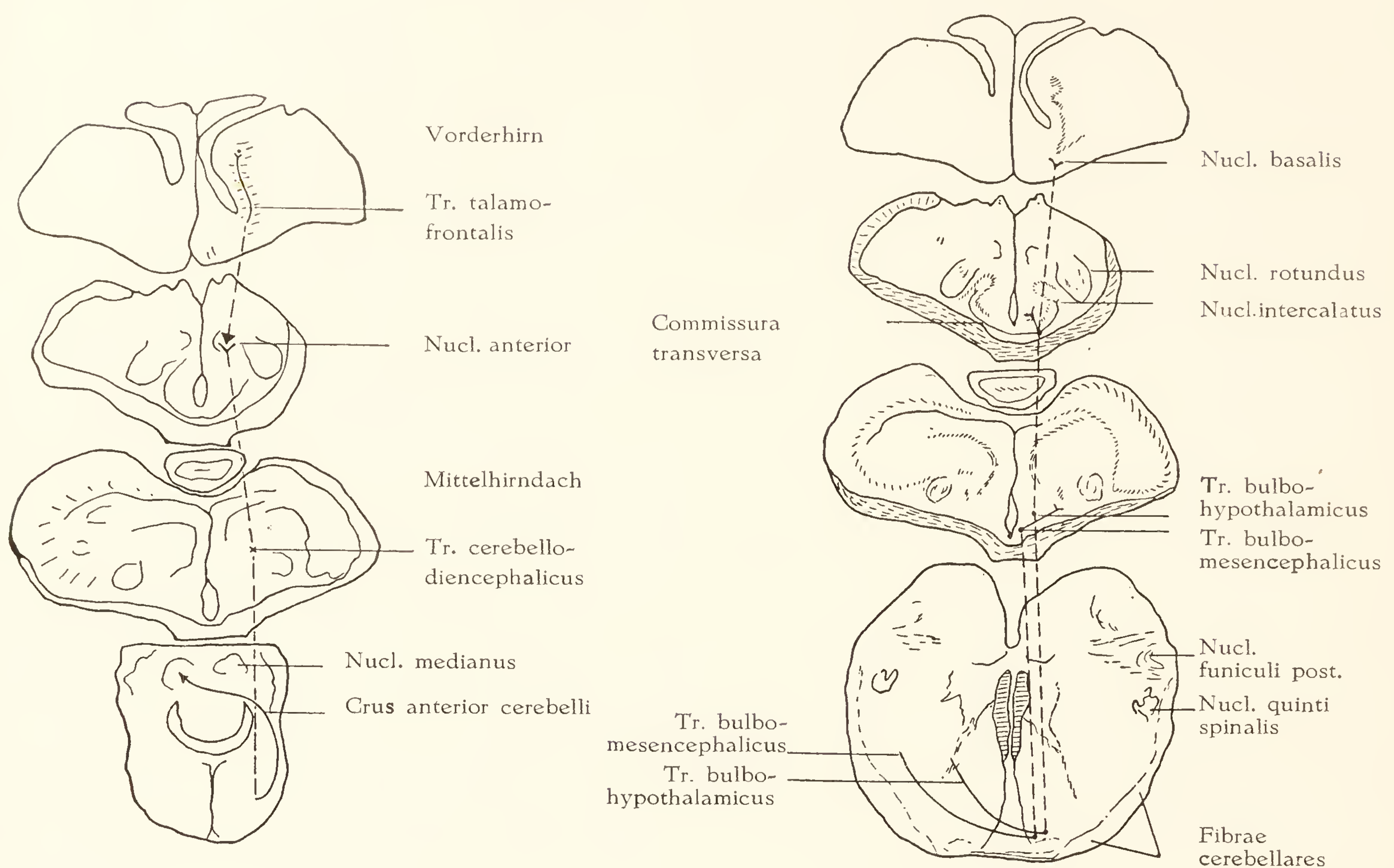


Fig. 8*a*. Fig. 8*b*.

In Schema 8 *a* findet man *rechts* den Bindearm — dessen Verletzung Zwangsbewegung nach oben, in Schema 8 *b* den Tr. bulbo-thalamicus, dessen Verletzung an verschiedenen Stellen Zwangsbewegungen nach unten ergibt — angedeutet.

2. Der Tr. cerebello-diencephalicus (KOSAKAS und HIRAIWAS Tr. thalamo-mamillaris) der Taube als leitende Bahn für die konjugierten Augenbewegungen aufwärts.

Unter 75 Verletzungen des Hirnstamms der Taube waren 5 mit Läsion des Nuc. medianus cerebelli (Dachkerns), 4 mit Verletzung des aus dem Nuc. medianus cerebelli entstehenden Tr. cerebello-diencephalicus und 2 mit Verletzung seines Endkernes: Nuc. ant. (oder Nuc. submedius) thalami Dieser Kern, den HUBER und CROSBY auch beim Alligator und Sphenodon (CAIRNEY) fanden, und dem sie den Namen Nuc. ovoides beilegen, hat — nach KAPPERS — Verbindungen mit dem Tr. frontalis medius (Abb. 8 a).

In allen diesen Versuchen wurden Zwangsbewegungen nach oben und hinten notiert, am stärksten nach Läsion des Dachkerns (Nuc. medianus cerebelli), weniger, wie es scheint, nach Läsion der zentralen grauen Substanz und des Nuc. anterior thalami. Auch in den Versuchen GROEBBELS' und den früheren WALLENBERGS, BECHTEREWS, SCHIFFS, DESMOULINS und MAGENDIES sind ähnliche Erfahrungen festgelegt.

3. Der Tr. bulbo-mesencephalicus und -thalamicus und die Zwangsstellung von Kopf und Augen nach unten.

Dieses aus den unteren Oliven stammende feinfaserige Bündel

scheint teilweise im Nuc. intercalatus zu endigen. Vorhanden waren 7 Fälle, in denen der Tr. bulbo-(olivo-)mesencephalicus und -thalamicus durch die Verletzung unterbrochen und, auf- und absteigend, entartet war. In 4 Fällen war der Nuc. intercalatus verletzt worden. In allen diesen Fällen war das Syndrom der Zwangsbewegungen nach unten mehr oder weniger ausgesprochen beobachtet worden.

Abb. 8 a und b zeigen den Verlauf des Bindearms, dessen Läsion mit Zwangsbewegung nach oben, und des Tr. bulbo-(olivo-)mesencephalicus und -thalamicus, deren Läsion mit Zwangsbewegung nach unten einhergeht.

ABSCHNITT III.

UNTERSUCHUNGEN AN HÖHEREN SÄUGETIEREN (KANINCHEN, KATZE UND MENSCH). ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DER ZWANGSBEWEGUNGEN.

KAPITEL 8.

KRITISCHE BETRACHTUNGEN ÜBER DIE UNTERSUCHUNGEN UND ANSCHAUUNGEN DER VORGÄNGER.

§ 1. *Einleitung und Zielsetzung.*

Seit anderthalb Jahrhunderten bemühten sich die Physiologen vergebens, Ordnung in die Kenntnis der Zwangsbewegungen der Tiere zu bringen. Tatsächlich hatten die Zwangsbewegungen zu keiner Zeit, auszer in den letzten 25 Jahren, an Interesse verloren. Immer wieder versuchten die bedeutendsten Physiologen, im hier vorgefundenen Chaos Klarheit zu schaffen, doch immer wieder sahen wir, wie diese Bemühungen Schiffbruch erlitten. Mit einer solchen Regelmäszigkeit gingen diese Versuche fehl, dasz es volkommen zu begreifen ist, wenn in den hinter uns liegenden Jahren — wie gesagt — ein Stillstand in diesen (u.a. von LUCIANI, BECHTEREW) fruchtlos geführten Untersuchungen zu bemerken ist. Obgleich doch gerade BECHTEREWs Werk neue Perspektiven eröffnete, und er die experimentellen Beobachtungen über die Zwangsbewegungen bis zum Prosencephalon fortführte, schien es sogar, dasz die jüngeren Physiologen ihre Aufmerksamkeit mit Absicht von diesem Untersuchungsgebiet, das sich als unfruchtbar erwiesen hat, abwandten. Jedenfalls sind aus dem 20. Jahrhundert keine neuen Versuche zu konstatieren, abgesehen von den unabsichtlich zu einem ähnlichen Zwecke von HOGYIES, MAGNUS und DE KLEYN ausgeführten Beobachtungen. Die von diesen Forschern entdeckten Augen- und Halsreflexe brachten noch neue Komplikationen mit sich.

Übrigens hat schon CYON [1]) darauf hingewiesen, dasz die Stellung des Kopfes einen groszen Einflusz auf die Bewegungen hat; und zwar be-

[1]) CYON: Annales des Sciences naturelles, VIme, Tome VII, 1878.

züglich der Koordination. Eigentlich hatte er schon die Einwirkung von Halsreflexen auf die Stellung des Körpers angedeutet, indem er auf das besonders starke Wackeln eines Hundes nach Durchschneidung seiner Halsmuskeln hinwies. Auch KUBO [1]) beobachtete, dasz sich die Richtung des Nystagmus, der auf die Kalt- und Warmspülung der Ohren folgt, umkehrt, falls man statt Bauchlage Rückenlage anwendet. HOGYIES hatte vorher die willkürlichen Muskeln in solche Gruppen eingeteilt, auf welche das Labyrinth direkt oder gekreuzt wirken sollte; diese Beschreibung führte ihn zu bereits überwundenen Anschauungen über die Zwangsbewegungen zurück. Sagt er doch, dasz nach Entfernung des linken Labyrinthes das Tier „mit dem rechten Bein zu weit ausschreitet" und eine Manegebewegung nach links ausführt. Das Rollen des Kaninchens schreibt er dem „Einknicken der beiden gleichseitigen Pfoten" zu, während „die gekreuzten Pfoten stärker wirken", ebenso wie später MAGNUS und DE KLEYN das Rollen für eine Folge der Drehstellung des Kopfes hielten. Noch einmal zeigt sich dieses Miszverständnis, wenn MAGNUS [2]) die Manegebewegung folgendermaszen erklärt: „Rechtes Labyrinth entfernt, dadurch die konjugierte Deviation von Kopf und Augen nach rechts. Infolgedessen ruht das Gewicht des Tieres mehr auf der rechten Vorderpfote, und es kommt also eine Uhrzeigerbewegung zustande. Tun auch die Hinterpfoten mit, so entsteht eine Manegebewegung". Auch darin folgt MAGNUS noch der Meinung von HOGYIES, wenn er glaubt, dasz jedes Labyrinth auf bestimmte Augenmuskeln isoliert einwirke. Wären solche Vorstellungen annehmbar und beruhten sie nicht auf einer Verkennung der biologischen Bedeutung der Zwangsbewegungen, so wäre das gewöhnliche Resultat nach Durchschneidung eines hinteren Längsbündels (Rollen nach der verwundeten, Manege nach der unverletzten Seite) vollkommen unbegreiflich, ebenso wie dieselbe Kombination (jedoch in umgekehrter Richtung) nach Verletzung der pallido-commissuralen Verbindungen.

Andererseits verdanken wir MAGNUS und DE KLEYN eine wichtige Erweiterung unserer physiologischen Kenntnisse und dadurch ein besseres Verständnis gewisser Zwangsbewegungen, insbesondere in der vertikalen Ebene — Ausstrecken der Vorderfüsse bei Rotation des Kopfes nach oben, Beugen dieser Füsse beim Biegen des Kopfes nach vorne —, durch den von ihnen erbrachten genauen Beweis, dasz nicht nur labyrinthäre Reize, sondern auch solche, welche durch die cervikalen Wurzeln geleitet werden, eine grosze Rolle beim Entstehen der Zwangsstellungen und Zwangsbewegungen spielen.

Erst durch Versuche, die an Hand unserer vermehrten Kenntnisse von den anatomischen Verbindungen im Hirnstamm durchgeführt wurden, erwies es sich als möglich zu erkennen, wie die Leitungsbahn des Mechanismus (wenn man will, des „final common path" nach SHERRINGTON)

---

[1]) KUBO: Pflügers Arch., Bd. 114, 1908.
[2]) MAGNUS: Körperstellung, 1925, S. 380.

der Zwangsbewegungen im Hirnstamm Schritt für Schritt verfolgt werden kann. Ergab es sich schon aus dem Werk von MAGNUS und DE KLEYN, dasz z.B. die Zwangsstellung von Nacken und Augen eng mit einer bestimmten Lage der Pfoten verbunden ist, so lehrt die Untersuchung, dasz die Reizung von verhältnismäszig wenigen zentralen Neuronen genügt, um den Komplex: Zwangsbewegungen in einer der drei Ebenen, und koordinierte Bewegungen aller dabei betroffenen Organe, auszulösen. Wir stoszen hier auf das Phänomen, das ich „Pars pro toto" genannt habe, und das in der neueren deutschen klinisch-neurologischen Literatur eine wichtige Rolle spielt (Untersuchungen von GOLDSTEIN und RIESE, SIMONS, GERSTMANN u.a.), worauf nachher noch zurückzukommen sein wird Dabei zeigt sich die merkwürdige Erscheinung, dasz, wie die anatomisch-physiologische Untersuchung zeigt, eine Verletzung der *aufsteigenden* sekundären und tertiären vestibulären Verbindungen regelmäsziger Zwangsstellungen hervorruft als eine Verletzung der *absteigenden* Verbindungen.

Wir werden hier — ebenso, wie wir es bei niedrigeren Tieren durchzuführen suchten — den Befunden, die bei den Versuchen an den bogenförmigen Kanälen, am N. vestibularis, an dessen Kernen, am Hirnstamm und den Vorderhirnverbindungen verfügbar sind, systematisch nachgehen.

Schlieszlich haben wir hier die Auffassung von J. LOEB [1]) zu erwähnen. Dieser wies hin auf gewisse Analogien der bei höheren Tieren infolge von Hirnverletzungen auftretenden Zwangsbewegungen, mit den Zwangsstellungen, die bei niedrigeren Organismen, vor allem bei Arthropoden, unter galvanischem Strom und ungleichmäsziger Beleuchtung, zustandekommen. Übrigens wurde darauf schon an anderer Stelle hingewiesen. Kann man doch bei Insekten durch asymetrische Reizung sowohl des Labyrinths wie auch des Gesichtsorgans leicht eine Manegebewegung hervorrufen; ebenso konnte auch an Fischen gezeigt werden, dasz die Durchschneidung nicht nur eines hinteren Längsbündels, sondern wahrscheinlich auch die eines Tr. tecto-bulbaris eine Manegebewegung auslöst. Übrigens wissen wir nicht, worauf schlieszlich die Neigung, zur Anode hinzugehen, beruht, wenn auch ein vestibulärer Einflusz wahrscheinlich ist. Wenn man im allgemeinen alle diese verschiedenen Erscheinungen auf eine ungleichmäszige Innervation der zwei Körperhälften zurückführt, so wird dadurch das Auftreten der Rollbewegung sicher nicht verständlich. Wie wäre dann die Rollstellung der Augen des rotierenden Kaninchens, die torquierte Stellung der Fangarme der Octopoden in Rollstellung (vergl. S. 14) zu erklären? Die Unzulänglichkeit der „muscle-tension-theory" für die Zwangsbewegungen, welche infolge von Verletzungen des zentralen Nervensystems entstehen, ist deutlich.

---

[1]) J. LOEB: Forced movements and tropisms, Philadelphia, 1918.

Von LOEBs schönen Beobachtungen stimmt u.a., dasz er nach Entnahme beider frontalen Hirnlappen die Verbindung der nach unten gerichteten Zwangsstellung eines Hundes mit dessen Gang nach vorwärts erkannte, — jedoch ist hierdurch nicht erklärt, warum LOEB das Tier „driven by a mad impulse" vorwärts rennen sah (S. 29)), während zum Beispiel Katzen nach solchen Eingriffen mit Verletzung der Hirnbasis verschlafen sind und Fallneigung nach vorne zeigen. Interessant sind die Purzelstellungen nach vorne und hinten, die bei der Amblystomalarve und Rana (SS. 46, 47) unter der Einwirkung von galvanischem Strom und Beleuchtung auftreten. Für das Studium der Zwangsbewegungen können wir diesem Phänomen jedoch nur die Bedeutung zuerkennen (siehe „Pars pro toto", S. 78), dasz die bekannten posturalen Zwangsstellungen, die wir aus dem Studium der Hirnstammverletzungen der Wirbeltiere kennen, leicht auch durch andere als vestibuläre Innervation hervorgerufen werden können. Ebenso wie aus den anderen erwähnten Beispielen geht m.E. auch aus LOEBs Fall hervor, dasz jede Theorie der Zwangsbewegungen, die nicht auf anatomischer Grundlage ruht, notwendigerweise unfruchtbar bleiben musz.

Was die früheren Untersuchungen über die eigentlichen Zwangsbewegungen angeht, so haben unsere Vorgänger seit dem 18. Jahrhundert sich immer wieder bemüht, an Hand von Zwangsbewegungen, die infolge von bestimmten Verletzungen des Hirnstamms auftreten, eine experimentelle Basis für die Funktion der einzelnen Teile desselben aufzufinden (MAGENDIE, SCHIFF, LOEB), was sich aber erst in späterer Zeit hinsichtlich einzelner bekannt gewordener Faserbündel als ausführbar erwies. Wie sich zeigte, ergaben später die Reizexperimente am peripheren und zentralen Nervensystem besser übersehbare Resultate für die Physiologen von Fach; die erweiterte histologische Kenntnis (u.a. der Pyramidenbahn) erwies sich als zuverlässige Führerin, und so ist es erklärlich, wenn das alte Thema erst zu einem lohnenden, ja wie ich meine, zu einem fruchtbaren Gebiet für weitere Forschung wurde, nachdem die Kenntnis der Bahnenanatomie auf anderen Wegen (Marchi-Untersuchungsmethode, vergleichende Gehirnanatomie) eine gewisse Abrundung erhalten hatte.

Meines Erachtens unterliegt es keinem Zweifel: falls die Forscher, die sich in der Mitte des vorigen Jahrhunderts mit dem Labyrinth beschäftigt haben, MAGENDIE, VAN DEEN und SCHIFF bis zu HOGYIES, LUCIANI und KUBO, ihre Beobachtungen durch Experimente am Hirnstamm, welche auf der anatomischen Kenntnis dieses wichtigen Gehirnteils aufgebaut gewesen wären, hätten ergänzen können, so würde eine Anzahl unfruchtbarer Diskussionen weggefallen sein, z.B. die, ob die Zwangsbewegungen als Ausfalls- oder als Reizerscheinungen betrachtet werden müssen, ebenso auch die über die Rolle, welche das Cerebellum dabei spielt. Nie hätte dieses Organ und der Abduzenskern eine irgendwie bedeutende Rolle in der Literatur über Zwangsstellungen und Blicklähmungen eingenommen; nie hätten die zahllosen Theorien der Zwangsbewegungen, welche sich auf Unterschiede im Tonus und auf die Muskellähmungen stützen, das Licht der Welt erblickt und gewisz würden die Diskussionen über den Muskeltonus ein übersichtlicheres Ganzes, als es jetzt der Fall ist, gebildet haben. Ganz sicher hätte man nicht so lange die Einsicht vermiszt, dasz vor allem eine gute Analyse der

Zwangsbewegungen in den drei Ebenen die Grundlage für die weitere Arbeit bilden müsse.

§ 2. *Die Entwicklung der vestibulären Funktion.*

Wollen wir aus den schwerer verständlichen Beobachtungen an höheren Tieren den richtigen Nutzen ziehen, so lohnt es sich den Forschungswegen nachzugehen, welche zu den modernen Anschauungen über die vestibuläre Wirkung führten.

Es ergab sich bereits aus Beobachtungen an niedrigeren Tieren von verschiedenen Körperbau, dasz je empfindlicher das Gleichgewicht in einer oder in mehreren Ebenen ist, desto stärker die labyrinthäre Innervation in den Vordergrund tritt.[1])

Bei den Myxinoiden, die nur eine sehr beschränkte freie Beweglichkeit entfalten, zeigten sich (RETZIUS), dasz der Vestibularapparat nur sehr wenig entwickelt war. Wenn Ceratodus und andere Dipnoi, welche nur mittels ihrer Lufttaschen ihre horizontale Lage behalten können, sich in der vertikalen Ebene — von oben nach unten und umgekehrt — kaum bewegen können, so kommt es daher, weil gerade die zentralen (wahrscheinlich auch die peripheren) Organe für die Bewegung in der vertikalen Ebene nicht besonders entwickelt sind; es besteht kein Nuc. medianus cerebelli, kein Nuc. anterior thalami, nur eine minimale Entwicklung des Mesostriatums usw. Wenn dagegen bei der Taube die Beweglichkeit in allen drei Ebenen, vornehmlich auch in der *vertikalen*, besonders stark entwickelt ist, und ausgesprochene Zwangsbewegungen nach entsprechenden zentralen Verletzungen auftreten, so erweisen sich bei ihr sowohl die peripheren wie die zentralen vestibulären Organe als besonders hoch entwickelt. Weiter ist festzustellen, dasz im allgemeinen Hand in Hand mit der stärkeren Entwicklung des Labyrinths das Striatum an Bedeutung zunimmt, doch dürfte die nähere Feststellung der Einzelheiten dieser parallel gehenden Entwicklung mehr Aufgabe einer rein anatomischen Untersuchung sein.

§ 3. *Was ist Labyrinthtonus? Sensumotorische Bedeutung des vestibulären Systems.*

In Bezug auf den Zusammenhang des Labyrinths mit der Entwicklung und Funktion der peripheren Organe, nämlich des Muskelsystems, wird mit Unrecht häufig EWALD zitiert, als hätte er einen tonischen Einflusz des rechten Labyrinthes auf die rechte Körperhälfte bewiesen. Dies scheint mir eine falsche Folgerung aus folgender Beobachtung von EWALD zu sein: wurden beide Labyrinthe einer Taube entfernt, so soll eine Schlaffheit der Muskeln eingetreten sein, da der Labyrinthtonus ausfiel, so dasz das Tier die

---

[1]) Die Betrachtungen von HENSEN (Pflüg. Archiv, Bd. 74, 1899, S. 42), der, wie viele Zoologen, die statische Funktion des Labyrinthes leugnete, musz man wohl für veraltet und durch neuere Erfahrungen überholt halten.

bekannte sonderbare vestibuläre Stellung einnahm. DREIFUSS [1]), der zwar EWALDs Experimente für die Cavia bestätigt, betont mit Recht, dasz man bei Taubstummen nichts von einer Verminderung des Tonus bemerken kann.

Vollkommen begründet haben die Physiologen sich gefragt: Wenn das Labyrinth tatsächlich einen tonischen Einflusz auf die gleichseitige Körperhälfte ausübt, so müszte doch bei Anwendung unserer physiologischen Hilfsmittel etwas davon sich auf den mechanischen oder den saitengalvanometrischen Kurven zeigen! Irgendwelche positiven Resultate haben die zu diesem Zwecke von EMANUEL [2]), CAMIS [3]) u.a. angestellten Versuche nicht gebracht.[4]). CAMIS fand die mechanisch aufgeschriebene Muskelkurve nach Cocainisierung des Labyrinths „unregelmäsziger", beweist jedoch damit keinesfalls irgendwelche Tonusänderung! Er sieht keinen Grund dafür, die Zwangsbewegungen nach diesem Eingriff — ebensowenig wie den Nystagmus — für eine Ausfallserscheinung zu halten, wie EWALD u.a., sondern glaubt, dasz sie auf einem Mangel an Kompensation beruhen. Wenn auch die Kurvenuntersuchung hinsichtlich der erwarteten Tonusunterschiede negativ ausfiel, so brachten doch EMANUELs Beobachtungen die Tatsache ans Licht, dasz man (mittels eines herunterfallenden Gewichts, das am Muskel zieht) beim toten Muskel eine reine Elastizitätskurve erhält. Eine solche Leichenkurve erhält man auch nach Curarisierung und Ausbohrung des Rückenmarks und nach Entfernung des Labyrinths; jedoch war im letzteren Fall keine Rede von einem Einflusz des Labyrinths auf die gleiche Körperseite. Bei verschiedenen Resektionen von Hirnteilen ergab sich nach Fortnahme der Hemisphäre und Exstirpation des vorderen Teils des Thalamus, dasz die Fallkurve normal blieb. Falls jedoch die Verletzung (Durchschneidung des Hirnstammes) die Gegend der Commissura posterior traf, so erhielt man eine Leichenkurve; wohl ein Beweis dafür, dasz die hier gelegenen Kerne (wir denken in erster Linie hier an die Commissurkerne) doch einen gewissen Einflusz auf das Muskelsystem ausüben können. Die saitengalvanometrische Untersuchung der Augenmuskeln durch KÖLLNER und HOFFMANN [5]) lehrt, dasz vom Labyrinth keinesfalls eine besondre Art von Stromstöszen, die etwa einen Nystagmus hervorrufen könnten, hervorgebracht werden. Die bestehenden Stromschwankungen wurden bei Anspannung der Muskeln durch Nystagmus oder durch konjugierte Deviation stärker, bei Erschlaffung schwächer.

Was ist also dieser Labyrinthtonus? Im Lichte unserer eigenen Beobachtung hat man diesen Tonus als einen Kompromisz, eine Resultante der

---

[1]) DREIFUSS: Pflügers Archiv, Bd. 81, S. 604.

[2]) EMANUEL: Pflügers Archiv, Bd. 99, 1903, S. 363.

[3]) CAMIS: Archiv. Italiennes de Biologie LV, 1911, S. 174.

[4]) Ebenso scheiterten eigene Versuche, objektiv einen Einflusz des Labyrinths auf das Auftreten des Rigor mortis festzulegen.

[5]) KÖLLNER und HOFFMANN: Archiv f. Augenheilk., Bd. 90 und 92.

posturalen Einwirkungen der 6 Stellungen aufzufassen, von denen jede einer der 6 Formen von Zwangsbewegungen oder Zwangsstellungen entspricht. Wir haben so die vestibulären Kerne nicht als rein sensible Organe, sondern als echte sensu-motorische Zentren kennen gelernt. Sie sind der Knotenpunkt der einfachsten vestibulären Reflexe, bei welchen das efferente Element durch die gekreuzten und ungekreuzten vestibulo-spinalen Fasern gebildet wird. Diese Auffassung ist, wie mir scheint, in Übereinstimmung mit den Beobachtungen von GRAY [1]), PAPEZ [2]), SPIEGEL und LORENTE DE NÓ. In diesen Kernen, ebenso wie — wenn auch weniger ausgesprochen — in ihren sekundären (Commissur-) kennen und den prosencephalen Kernen (Palaeostriatum), sind die Innervationsmechanismen der erwähnten Zwangsbewegungen vorgebildet vorhanden und kommen nach entsprechenden Verletzungen durch Enthemmung auf eine mehr oder weniger heftige Art zum Vorschein. Und zwar derart, dasz die Zwangsbewegungen bei Verletzung der supraponierten Reflexbögen schwächer sind, und dasz sie in der Regel bei Verletzung des palaeo-striatalen Neurons vorübergehender Natur sind.

Wenn wir uns an die Beobachtungen bei Vögeln erinnern und uns fragen, ob es bei den *Vögeln* Zentra für die Stellungen und die verschiedenen Bewegungsformen gibt, dann müssen wir Reflexzentra anerkennen: 1. Primär in den vestibulären Kernen und ev. auch in den Hinterstrangkernen. 2. Sekundär in den Commissurkernen (Nuc. Commissurae posterioris und Nuc. interstitialis) und Nuc. spiriformis, sowie auch vieleicht im Nuc. anterior Thalami. 3. In verschiedenen palaeo-striären Kernen. Zweifellos ist bei den höheren Säugetieren ein analoger Mechanismus zu erwarten.

§ 4. *Beobachtungen am peripheren Organ der Säugetiere. Funktion der Bogengänge. Kompensatorische Bewegungen.*

Eigene Beobachtungen an den Bogengängen der höheren Wirbeltiere habe ich nicht angestellt, weil ich der Meinung bin, dasz dieser Frage nur mit einer ganz neuen Technik beizukommen ist. In der Tat haben in den Niederländen QUIX, DE KLEYN, BENJAMINS, im Auslande CYON, HOGYIES, EWALD, WITTMAACK, BIEDL, KUBO, BARANY, GRÖBBELS, LORENTE DE NÓ u.a. wichtige Resultate erreicht. Ich will hier einige der wichtigsten Tatsachen anführen; sie genügen, um zu zeigen, dasz die — u.a. auch technischen — Schwierigkeiten bei einer Untersuchung des vestibulären Organs so grosz waren und noch sind, dasz die Durchführung einer Analyse der Zwangsbewegungen in den drei Ebenen, die bei Verletzung der vestibulären Kerne und insbesondere der sekundären aufsteigenden Verbindungen sich eher als möglich erwies, beim peripheren Organ einstweilen noch ein

---

[1]) GRAY: Jnl. Comp. Neurol., 41, 1926, 319.

[2]) PAPEZ: Comp. Ranson and Hinsey: Jnl. of nervous and mental Disl., 19, 1929, 589..

frommer Wunsch bleiben musz, obgleich RETZIUS in seinem Lebenswerk [1]) eine brauchbare anatomische Grundlage für eine solche Aufgabe geschaffen hat. HASSE hat bereits 1871 gezeigt, dasz das häutige Labyrinth bei Reptilien (Cheloniern) mehr aufrecht steht, bei Vögeln und Säugetieren dagegen von hinten und oben nach vorne und unten geneigt ist. Drei Bogengänge sind schon bei den Fischen und Amphibien gut entwickelt. Während das Organ bei Myxinen aus einer Ampulla anterior und posterior, verbunden mittels eines Saccus communis, besteht, haben die Ganoiden schon drei Bogengänge. Während bei den Teleostiern eine Lagena sich vom Sacculus abtrennt, ist bei einer Tierform wie dem Hippocampus mit seiner beschränkten Bewegungsmöglichkeit wenig von den Bogengängen übrig geblieben, und an ihre Stelle tritt die Schwimmblase in Funktion, um die vertikale Lage zu erhalten. Man stellt sich die Entwicklung des Labyrinthes am besten so vor, dasz ursprünglich ein runder Sack besteht, in welchem alle Elemente — sowohl für vestibuläre, wie für akustische Eindrücke — in ihrer Anlage schon vorhanden sind, wie wir es auch z.B. bei den Kopffüszlern (S. 14) finden. Die Differenzierung der Körper- und Augenbewegungen kommt erst Hand in Hand mit der Abspaltung der drei Bogengänge, und zwar am wenigsten deutlich lokalisiert in der Medulla oblongata, Schritt für Schritt, zustande. Später, bei den Reptilien, kommt es zur totalen Abtrennung der Cochlea als eines besondern Sinneswerkzeuges für Lautreize.

GOLTZ, MACH, BREUER, CRUM BROWN bewiesen von den höheren Wirbeltieren, dasz nur die Winkelgeschwindigkeit — in den drei Ebenen — empfunden wird; SCHIFF verneinte das Bestehen eines eigentlichen statischen Organs und erklärte, dasz das Gleichgewichtsgefühl nichts anderes sei, als die Abwesenheit irgendwelcher translatorischen (das Gleichgewicht verändernden) Bewegung. In der Ruhe ist das Organ nicht in Funktion. Vergröszerung und Verminderung der Winkelgeschwindigkeit veranlaszt den Frosch sich auf der Drehscheibe umzudrehen (Manege); die Wirkung dauert an: nach einer einzigen Beschleunigung erfolgt 2- bis 3-maliges Umdrehen. Die kompensatorischen Bewegungen sind nach ihm [2]) „mouvements de défense, qui tendent à combattre la représentation mentale d'un mouvement en sens contraire".

Jeder Bogengang hat eine spezifische Rolle. Noch Monate nach doppelseitiger Sektion des N. acustico-vestibularis (nachdem die ursprünglichen Rollbewegungen auf beiden Seiten zur Ruhe gekommen sind), purzelt das Säugetier beim Sprung nach hinten; dies stimmt mit EWALDs Beobachtungen an Tauben, denen beide Labyrinthe entfernt wurden, überein, wo ein Vorherrschen des Strecktonus nach hinten beobachtet wurde.

Beim Kaninchen wurden die alten Beobachtungen von FLOURENS,

---

1) RETZIUS: Gehörorgan der Wirbeltiere, 1884.

2) M. SCHIFF: Archives de Sciences physiques et naturelles. T. 21, P. 91.

MAGENDIE und späteren von ROTHFELD [1]) wiederholt; vor allem wurde von ihm bestätigt, dasz Verletzungen der einzelnen Bogengänge Störungen, besonders der Augen, in der Ebene des betreffenden Bogenganges ergeben. Insbesondere lenkte ROTHFELD die Aufmerksamkeit auf die starke dorsale Streckung des Kopfes, falls beide hinteren vertikalen Bogengänge gereizt wurden, und auf die Neigung, nach hinten zu purzeln; auf die Reizung beider vorderen vertikalen Bogengänge folgt die entgegengesetzte Zwangsbewegung. Weniger deutlich als bei der Taube erwies sich hier die Richtigkeit der Regel (von GROEBBELS), dasz nur die Verletzung beider übereinstimmender Bogengänge — nicht eine einseitige Verletzung — diese Abweichungen verursacht. Jeder Bogengang steht mit allen Augenmuskeln in Verbindung. Es zeigte sich, dasz bei der Funktion der vertikalen und horizontalen Bogengänge hinsichtlich der kompensatorischen Bewegungen auf der Drehscheibe ein prinzipiell verschiedener Mechanismus besteht; nur bei Verletzung der horizontalen Bogengänge war diese Kompensation gestört, nicht nach Verletzung der vertikalen. BEYER und LEWANDOWSKI [2]) sahen, dasz auch bei Wegnahme beider Labyrinthe der Schwindel, der durch Galvanisierung des Hinterkopfes entsteht, bestehen bleibt, jedoch war zu seiner Auslösung ein etwas stärkerer Strom notwendig.

Die genaue Art und Weise, wie die Otolithen eigentlich funktionieren, steht noch immer zur Diskussion. Während nach MAGNUS und DE KLEYNS Urteil der Otolith durch Zug auf die perzipierenden Nervenenden wirkt, glaubt QUIX eher an das Gegenteil. LORENTE DE NÔ und andre, ebenso wie früher BREUER, KUBO, MAXWELL, meinen, dasz das Gleiten der Otolithen den Reiz hervorbringe.

Bezüglich der Zwangsstellungen, welche von dem durch den Kopf geleiteten galvanischen Strom verursacht werden, zieht GROEBBELS aus seinen Experimenten an Tauben bei denen das Labyrinth vernichtet und sogar der N. vestibularis zerstört war, mit Recht die Folgerung, dasz die vestibulären Kerne selbst auf den galvanischen Strom mit diesen Zwangsstellungen reagieren.

§ 5. HOGYIES' *Beobachtungen. Kompensatorische Erscheinungen.*

Zur Erklärung der Kompensationsbewegungen der Augen kam HOGYIES [3]) zu der bis jetzt, 1934, vollkommen annehmbaren Erklärung: der ReflexImpuls für die Augenbewegungen geht von den Ampullen aus, während die supraponierten Zentren des Reflexapparates in der Gegend der III-Kerne gelegen sind. Der N. vestibularis bildet die zentripetale Bahn, die zentrifugalen Endbahnen bilden die Nerven, welche die Augen

---

[1]) ROTHFELD: Deutsche Mediz. Wochenschr., 1913, S. 2064.

[2]) BEYER und LEWANDOWSKI: Archiv f. (Anat. u.) Physiologie, 1906.

[3]) HOGYIES' Werk fällt in die Jahre 1875—1890. SUGARs zusammenfassende Beschreibung, siehe: Archiv f. Augenheilkunde, Bd. 76 und 78, 1910—1911.

bewegen. Kurze Zeit später bemerkte v. GRÄFE[1]) als erster, dasz beim Drehen in der frontalen Ebene Rollbewegungen der Augen zustande kommen (auszer bei Tieren die, wie der Mensch, ein gemeinsames einheitliches Gesichtsfeld besitzen). Bei Vögeln dagegen (BREUER[2])) sind es mehr Kopf- als Augenbewegungen (Nystagmus). Diese Kompensation kommt nach HOGYIES[3]) nur innerhalb der engen Grenzen der gewöhnlichen Blickrichtung des Tieres zustande. Beobachtungen am Menschen sind schwierig, zunächst weil man nicht, wie beim Tier, auf der Hornhaut ein Zeichen zur Kontrolle der Stellung der Bulbi anbringen kann. Doch kann man auch hier kompensatorisches Augenrollen nach verschiedenen Richtungen sehen, wenn man die Beobachtungsperson den Kopf auf die Schulter legen läszt (MAGENDIE-HERTWIG'sches Schielen), welche Abweichung also mit der Rollstellung beim Vierfüszler übereinstimmt.

Beim Kaninchen stellt man überrascht fest, dasz das Rollen beider Augen bei rotatorischer Drehbewegung entgegengesetzt ist, dagegen parallel geschieht, wenn die Bewegung genau in der sagittalen (vertikalen) Ebene erfolgt. Auch MULDER bemerkte[4]), dasz die Augen der Säugetiere die Neigung haben, die Körperbewegungen zu kompensieren. Unabhängig davon haben Augen, Rumpf und Extremitäten die Neigung, wenn einige dieser Körperteile eine Zwangsstellung einnehmen, an dieser Stellung teilzunehmen („Pars pro toto", S. 49—50). Eine Teilerscheinung dieses automatischen Bewegungsvorganges ist als besonderer Halsreflex von MAGNUS und DE KLEYN beschrieben worden. Mit der vollkommenen Entwicklung der drei Bogengänge bei den niedrigeren Vierfüszlern entsteht ein System kompensatorischer Augenbewegungen, das sich bei passiven Bewegungen in allen drei Ebenen zeigt. Diese Bewegungen sind am markantesten beim Rollen des Kopfes um die antero-posteriore Achse (also in der frontalen Ebene). Sie müssen bei den Bewegungen der Vierfüszler eine grosze Rolle spielen angesichts der Tatsache, dasz auch die Zwangsbewegungen in dieser Ebene (Rollbewegungen) bei so vielen Verletzungen des Hirnstammes, sei es allein, sei es verbunden mit Zwangsbewegungen in den beiden anderen Ebenen, auftreten. Das Besondere beim Menschen (und, wie es scheint, bei allen Tieren mit einem gemeinsamen Gesichtsfeld-v. GRÄFE) ist, dasz dieses ganze System von kompensatorischen Rollbewegungen (entgegengesetzte Rollrichtung des rechten und linken Auges, des einen nach unten und innen, des anderen nach oben und auszen) nur rudimentär, in pathologischen Fällen vorkommt, als MAGENDIE-HERTWIGsches Schielen oder skew-deviation der Engländer.

Nahe verwandt mit dem Phänomen der kompensatorischen Augenbewegungen sind die verschiedenen Formen von Nystagmus, die beim

---

1) v. GRÄFE: Arch. f. Ophthalmologie, Bd. 1.
2) BREUER: Medizin. Jahrb., 1874.
3) HOGYIES: Neurol. Zentr.bl., 1904, S. 260.
4) MULDER: Arch. f. Ophthalmol., 1875, Bd. XXI.

passiven Wenden des Kopfes nach rechts und links, nach unten und oben und beim Drehen des Kopfes um die antero-posteriore Achse beobachtet werden. Wenn man eine Drehscheibe, auf der ein Tier sitzt, in der horizontalen Ebene nach rechts dreht, so sieht man bei Beginn der Bewegung einen lateralen Nystagmus auftreten, dessen langsame Komponente nach links, dessen schnelle nach rechts gerichtet ist; dagegen kehrt sich die Richtung um von dem Augenblick an, wo die Scheibe stillsteht. Je langsamer gedreht wird, desto feiner wird der einzelne Ruck. So auch mutatis mutandis bei passiver Bewegung in der vertikalen und horizontalen Ebene, jedoch bleiben in den beiden letzten Ebenen die passiven Bewegungen innerhalb der Grenzen der gewöhnlichen Blickrichtungen.

§ 6. *Der Einflusz einer Verletzung des zentralen Nervensystems auf die kompensatorischen Erscheinungen.*

Auch über die Einwirkung von Eingriffen in das zentrale Nervensystem auf die kompensatorischen Kopf- und Gliederbewegungen sowie auf den Nystagmus verdanken wir HOGYIES grundlegende Beobachtungen.[1]) Unter anderem stellte er fest, dasz nach Exstirpation der Groszhirnhemisphären, des Thalamus opticus und der obersten Schichten der Corpora quadrigemina diese kompensatorischen oder passiven bilateralen Augenbewegungen bestehen bleiben, was unlängst von SPIEGEL und DEMETRIADES [2]) bestätigt wurde. Das gilt sowohl für das Kaninchen wie für die Katze und die Taube. Verletzungen in der Medulla oblongata sind ohne Wirkung beim Kaninchen bis 3 mm oberhalb des Punktes, an welchem die Alae cinereae zusammenkommen, m.a.W. bis die betreffenden Kerne (VIII desc. und Nuc. Goll) berührt werden. Ein Stich hier nahe der Mittellinie ergibt bilaterale Augenbewegungen, meist Rollstellung beider Augen, hebt jedoch die kompensatorischen Bewegungen nicht auf, was höhere Verletzungen wohl tun.

Insbesondere eine Querverletzung 5 mm über dem obenerwähnten Punkt (anatomisch ausgedrückt: Durchschneidung beider Längsbündel dort, wo sekundäre vestibuläre Fasern gekreuzt und ungekreuzt das Längsbündel verstärken) hebt jede Kompensation auf. Eine mechanische Reizung in der Mittellinie 5 mm über jenem Punkt ergibt bilaterale Augenbewegungen; mehr lateral von der Medulla, m.a.W. wo Corpus restiforme und Ra. desc. Nuc. VIII berührt werden, schon viel weniger.

Wenn die Befunde des ungarischen Physiologen auch sehr wertvoll sind, so können wir uns doch seiner auf die alte Lehre von DUVAL und LABORDE gestützten Erklärung, dasz deren Annahme (Augenbewegungszentrum nahe bei dem Abduzenskern) unentbehrlich für die Erklärung der Augenbewegungen sei, nicht anschlieszen. HOGYIES' Ansicht läszt sich wohl durch seine einseitige, rein physiologische Einstellung erklären. Die

---

[1]) HOGYIES: Archiv f. Augenheilkunde, Bd. 76, 3, 78, 1910 und 1911.

[2]) SPIEGEL und DEMETRIADES: Pflügers Archiv, 210, 1925, 222.

Duval-Labordesche Hypothese ist auch jetzt noch — jedenfalls unter den Ophthalmologen — die vorherrschende.

Aus der Beobachtung, dasz sowohl Reizung wie auch Verletzung entgegengesetzte konjugierte Augenbewegungen auslösen können, schlosz Hogyies auf das Bestehen gleichseitiger und gekreuzter aufsteigender vestibulärer Verbindungen. Die Ruhestellung der Augen ist ausschlieszlich Folge des Gleichgewichtes zwischen der Einwirkung aller dieser leitenden Bahnen der rechten und linken Seite; dabei besteht dieses Gleichgewicht nur bei 180 ° und 360 °.

In den anderen medianen Stellungen sind die Augen in einer für die jeweilige Stellung im Raume typischen Stellung fixiert. Nach seiner Meinung ist der physiologische Grund dieser Mechanismen der, dasz bei allen Bewegungen des Kopfes im Raum das Bild mittels labyrinthärer Reflexe festgehalten wird. Merkwürdig ist, dasz Hogyies einen total verschiedenen Mechanismus für die kompensatorischen Bewegungen in der horizontalen und median-vertikalen Ebene annimmt.

Dem Ohrenarzt Baginsky [1]) verdanken wir aus der gleichen Periode Experimente, welche beweisen, dasz Nystagmus, kompensatorisches Rollen und Zwangsrollen nach Reizung auf denselben anatomischen Elementen beruhen. Denn, während er bei Spülung mit einer indifferenten Flüssigkeit in der vestibulären Gegend ein nystagmiformes „Pendeln" erhielt, konnte die Injektion von sehr kalter Flüssigkeit oder sehr starker Salzlösung beim Kaninchen eine Zwangsrollstellung — erst heftiges Rollen, dann Fallen auf die kranke Seite — auslösen. Vielleicht schrieb er zu Unrecht der Verletzung des zentralen Organs einen gröszeren Einflusz zu, als der der Bogengänge und des N. vestibularis. Jedenfalls wird in diesen Versuchen der bei Experimenten am supravestibulären System immer augenfällige Zusammenhang der Zwangsbewegungen mit dem zugehörigen Nystagmus deutlich; starke Verletzung oder Reizung erzeugt die Zwangsstellungen und -bewegungen; geringere Verletzungen und Reizungen ergeben ausschlieszlich Nystagmus mit langsamer Komponente nach der Seite dieser Zwangsbewegung. Auch andere Zwangsbewegungsformen, wie Uhrzeigerbewegungen und Zwangszurückgehen, beobachtete B. bei Verletzung des Labyrinths. Während Hogyies seine Aufmerksamkeit vor allem auf die kompensatorischen Augenbewegungen richtete, hat unlängst Rademaker gezeigt, dasz man mit Hilfe eines drehbaren Tisches bei variierten Kopfstellungen alle sechs Zwangsstellungen hervorrufen kann.

§ 7. *Kompensatorische und Zwangsbewegungen, und Theorien.*

Steiner [2]) stellte die Beobachtungen der Zwangsbewegungen bei einseitiger Verletzung des Hirnstamms in den Mittelpunkt seines Interesses

[1]) Baginsky: Arch. f. (An. u.) Physiologie, 1881, S. 201.

[2]) Steiner: Funktionen des Zentralnervensystems, Braunschweig, Fische, Reptilien, 1888—1892.

und kam zu der Meinung, es sei genügender Anlasz vorhanden, in der Medulla oblongata ein Lokomotionszentrum anzunehmen; eine Schluszfolgerung, der sich niemand anschlosz, und die bald durch die zunehmende anatomische Kenntnis dieser Gegend überholt wurde. Die sorgfältig ausgearbeitete Technik STEINERs klärte jedoch verschiedene Widersprüche unter seinen Vorgängern. Mit DUBOIS und LUCIANI meint STEINER, dasz vornehmlich cerebelläre Verletzungen imstande seien, Zwangsbewegungen in der frontalen Ebene hervorzurufen.

CYON [1]), JENSEN und KREHL [2]) hatten inzwischen Beobachtungen an Tieren angestellt, denen galvanischer Strom durch den Kopf geleitet wurde; doch diesen Experimenten, die viele Diskussionen hervorriefen, wurden, da sie zu kompliziert (Reizung der zentralen sowie der peripheren Organe!) waren, bald nur relative Bedeutung zuerkannt. CYON beobachtete, dasz die Kompensationsbewegungen des Kaninchens im Dunkeln viel weniger lebhaft sind, und stellte dadurch das Bestehen einer optischen Komponente für das Phänomen, jedenfalls einer optischen Verstärkung desselben, fest.

DELAGE und MACH beobachteten, dasz auf geradliniges Schaukeln nur wenig reagiert wird; dasz dagegen Schaukeln in wechselnder Richtung leicht allerlei Reflexe und unangenehme Gefühle auslösen kann. Das Entstehen der Seekrankheit beruht wohl auch zum groszen Teil auf der unregelmäszigen passiven Winkelbewegung, auf den ungewohnten Bewegungen vor allem in der vertikalen Ebene und auf der Diskrepanz zwischen den visuellen und den vestibulären Eindrücken. Die Bekämpfung dieser Krankheit hat denn auch in erster Linie den sogen. blinden Fleck der maculae (QUIX [3])) zu berücksichtigen; nur wenn man ganz auf dem Rücken liegt, befinden sich wenigstens die beiden maculae im Ruhestand; das Einhalten dieser Stellung bewahrt denn auch viele vor der Seekrankheit.

CYON weist, ebenso wie BECHTEREW, auf das Vorkommen der *vertikalen* Zwangsbewegungen hin (Purzeln nach vorne und hinten).

Wie fein die vestibulären Augenreflexzentren einander angepaszt sind, bewies BREUER [4]), als er beim Menschen feststellte, dasz, falls man aus der Rückenlage die Seitenlage annehmen will, eine bestimmte Raddrehung (MAGENDIE-HERTWIG) der Augäpfel ($^1/_6$ der Kopfdrehung) zustande kommt. Diese Achsendrehung findet beim Aufrechtstehen und Wenden des Kopfes (NAGEL und STEREBITSKY [5]) nicht statt.

Bei Blinden kann man ebenfalls die Kompensation beobachten, wenn man den Kopf nach vorne und hinten beugt. Dasz bei der Erhaltung des Gleichgewichts jedoch nicht nur vestibuläre, sondern auch optische Ein-

---

1) CYON: Annales des sciences naturelles, VI.

2) JENSEN und KREHL: Pflügers Archiv, LXI, 1895.

3) QUIX: Methodes de l'examen de l'organe vestibulaire, Paris 1929, (Vigot Frères).

4) BREUER: Pflügers Archiv, 1890, XXIII.

5) STEREBITSKY: Archiv für Ophthalmologie, VI.

drücke eine Rolle spielen, folgt ebenfalls aus JAMES' Beobachtungen an „schwindelfreien" tauben Personen, die ganz verwirrt sind, wenn sie sich unter Wasser befinden.

UNTERSCHIED ZWISCHEN *PROGRESSION* UND *ROTATION*.

Eine progressive Bewegung wird viel schwächer empfunden als eine Rotation. Die sogen. Nachempfindung dauert im ersten Fall viel kürzere Zeit an (MACH). Wahrscheinlich ist das Gefühl für Progression bei Fischen und Vögeln viel feiner. Wird doch ein Landtier niemals von Strömungen, ja niemals passiv, fortbewegt.

Nach der Ansicht vieler Forscher haben wir es hier mit der durch die Anatomie bedingte Funktion der Maculae zu tun (QUIX). Während nämlich bei Fröschen und Vögeln die 3 Otolithen in den drei Ebenen der Bogengänge liegen, ist dies bei den Säugetieren, bei welchen die Lagena zur Cochlea geworden ist, anders. Hier gibt es nur 2 Maculae (M. utriculi und M. sacculi) mit 2 Gleitrichtungen, einer horizontalen von lateral hinten nach medial und vorne, sowie einer vertikalen Gleitrichtung.

§ 8. Auftreten von Zwangs- (Roll-) Bewegung nach Durchschneidung eines N. acusticus-vestibularis und nach Wegnahme des Labyrinths.

BREUER meinte, dasz die Reizungen, die von der Durchschneidungsstelle ausgehen und die Zentren erreichen, von derselben Art seien, wie die, welche auf einem schrägen Brett zustande kommen; dabei trete die Hertwig-Magendie-(Roll-)Stellung der Augen auf. Umgekehrt führt BECHTEREW alle Zwangsbewegungen auf das Überwiegen der Reize vom normalen Vestibulum zurück; diese Meinung wurde durch die Beobachtungen der Ohrenärzte bestätigt.

Einer ähnlichen Schwierigkeit begegnet man, wenn man nach einer Erklärung für das eigenartige Kopfdrehen von Vögeln wie Tauben — noch Wochen und Monate nach Wegnahme des Labyrinthes — sucht. Dieses Drehen geschieht in Anfällen, die einige Minuten andauern, wobei der Kopf 180° nach der Seite der Operation gewendet gehalten wird. Ich habe dieses Drehen des Kopfes auch nach intrazentralen Verletzungen (Verletzung des hinteren Längsbündels) beobachtet.

Solche Reizungserscheinungen sieht man niemals nach Verletzung eines anderen Nerven, und man müszte wohl beinahe annehmen, dasz die schwachen Reize gerade für das vestibuläre Organ eine besonders starke Affinität besitzen; BREUER dachte dabei daran, dasz nur bei diesem Nerven in seinem ganzen Verlauf Ganglienzellen zerstreut liegen. Während normalerweise bei schiefer Stellung des Kopfes durch die Reizung der Otolithen, welche die normale Empfindung auslöst, eine Bewegung entsteht, fehlt diese nach Verletzung des Labyrinthes. MAGNUS

und DE KLEYN[1]) meinten, dasz die Heftigkeit der Zwangsbewegungen nach Exstirpation des Labyrinthes mit den dabei entstandenen Blutungen zusammenhänge, und dasz, je weniger weit operiert werde, desto weniger Bewegungen aufträten. Dieser Meinung, ebenso wie ihrer Ansicht über den Mechanismus der Zwangsbewegungen (sie seien einfach eine Folge von Lokomotion in einem abnormalen Zustand), hat sich kein späterer Forscher angeschlossen. Eine derartige Erklärung einer so allgemeinen Naturerscheinung kann vor allem bei denjenigen schwerlich Anklang finden, die auch an niederen wirbellosen Tieren Experimente ausführten. Wie wünschenswert es ist, dasz die Beschreibung der Erscheinungen nach einem Gesichtspunkte geschieht (die Richtung des Rollens wird entsprechend der Richtung, in welcher die Fortbewegung beim Rollen geschieht, bestimmt, wobei als Ausgangspunkt die anfängliche Stellung des Tieres dient) beweist die Publikation von H. FISCHER und H. MULLER.[2])

Warum herrschen die Abweichungen in der frontalen Ebene so sehr vor? Deswegen, meinte BREUER, weil für die Gleichgewichtserteilung diese Bewegungsform am wichtigsten ist. Daher auch die grosze Valenz des Rollens. Diese Argumentation kann auf keinen Fall für Vögel und erecte Säuger gelten, und BREUERs Versuch einer Erklärung geht ganz und gar fehl. In einem folgenden Kapitel (S. 95) wird darauf näher eingegangen werden.

BREUER beobachtete, dasz man durch mechanische Reizung eines Bogenganges isolierte Bewegungen nach rechts *und* links auslösen kann; daraus schlieszt er auf das Bestehen von Nervenendigungen für *beide* Bewegungen in jedem Bogengang, womit gewisse Feststellungen über den zentralen Verlauf der sekundären vestibulären Bahnen wohl übereinzustimmen scheinen. Auch LEE und später KUBO (loc. cit. S. 19) vermuteten für jeden Bogengang zwei Arten von Nervenendigungen, und letzterer stellt fest, dasz die Strömung der Lymphe von der Ampulle hinweg stärker reizt, als die umgekehrte. WILSON und PIKE[3]) erbrachten in Experimenten an Hunden den Beweis, dasz in jedem Ast des N. vestibularis zwei Gruppen von Nervenfasern verlaufen; denn die Reizung einer jeden verursacht eine Bewegung in der horizontalen Ebene nach der entgegengesetzten Seite. Für die Ursache der Zwangsbewegung nach Entfernung eines Labyrinthes halten sie: „the forced motor resultant of the remaining Labyrinth", d.h. im Sinne BECHTEREWS, S. 74.

Andrerseits haben mehrere Forscher darauf hingewiesen, dasz Reizung (durch faradischen Strom) und Ausschaltung (z.B. durch Plombierung) entgegengesetzte Folgen haben. Die Richtung der Bewegung welche in dem Augenblick, in welchem der Bogengang durchschnitten wird, auftritt, ist der lange andauernden Abweichung, die auf die Durchschneidung

[1]) MAGNUS und DE KLEYN: Pflüg. Arch., Bd. 154, 1913, S. 238.

[2]) H. FISCHER und H. MULLER: American Jnl. of Physiologie, 1916.

[3]) WILSON und PIKE: Phil. Transactions B., 1913, Bd. 203.

folgt, entgegengesetzt. Was den Einflusz der Bogengänge auf den Tonus betrifft, so fand MARIKOWSKI [1]), dasz nach Plombierung aller Bogengänge die reflektorische Reizbarkeit der Extremitäten nicht verändert wird, wohl dagegen nach einseitiger Plombierung und zwar auf der gekreuzten Seite; dagegen erfolgt, nach KUBO und FISCHER, die Änderung auf derselben Körperhälfte!

Es scheint mir, als ob Ewalds Labyrinthtonus — aufgefaszt als eine auf die eine Körperhälfte beschränkte Erhöhung des Reflextonus — in späteren Werken im allgemeinen keine Bestätigung gefunden hätte. Wenn der Kopf der Versuchstiere nach Wegnahme des r. Labyrinths auf der rechten Seite durch ein Gewicht, das auf der rechten Seite geringer ist als auf der linken, gezwungen ist, die schiefe (d.h. Roll-) Stellung anzunehmen, so ist das eine reine Folge der operativ gesetzten Neigung nach rechts zu rollen. Mit gleichem Recht könnte man, falls die Tiere sich ausschlieszlich auf die rechte Seite hinlegen, sagen, dasz sie dies tun, nur weil sie beim Liegen auf der linken Seite Schmerz oder Unbehagen fühlen. Ich halte es für sehr gut möglich, dasz EWALDs Annahme vor allem auf Beobachtungen beruht, bei denen auch Zwangsbewegungen und -stellungen vorkamen, und letztere sind, wie wir schon sahen (S. 64), sehr leicht irreführend. Auch die Voraussetzung von BARTELS, KÖLLNER und HOFFMANN, dasz der vestibuläre Tonus sich vor allem in der Augenmuskel-Innervation äuszere, ist vielleicht nichts mehr als ein Versuch, der langsam absterbenden Tonustheorie eine neue Stütze zu geben.

Interessant ist es, zu beobachten, wie selbst ein Labyrinthforscher ersten Ranges wie M. H. FISCHER [2]), dem wir eine sehr empfehlenswerte Übersicht über das Labyrinth von Fischen und Vögeln verdanken, auf diesem Gebiet auf einen falschen Weg gerät. Vermutlich unter dem Einflusz von EWALDs Theorie, sagt er vom rechts operierten Tier (S. 861): „Beim Gehen macht das gesunde Bein grössere Schritte, weshalb Kreisbewegungen nach der operierten Seite vorkommen." So wird hier m.E. dieselbe falsche Interpretation gegeben, wie man sie von der frischen Hemiplegie beim Menschen so häufig hört. Das Fallen nach der gesunden Seite führt man auf die Parese des zur Hirnverletzung gekreuzten Beines zurück! Dabei vergiszt man, dasz Paralyse oder Parese, von welchem Muskel es auch sei, niemals eine konstante Fallrichtung nach einer bestimmten Seite verursachen kann und übersieht auch die an Vierfüszlern und Menschen immer gemachte Erfahrung, dasz eine halbseitige Verletzung des Hirnstammes oral von der Commissura posterior (auch Verletzung des Corpus striatum) regelmäszig ein Fallen nach der gesunden Seite verursacht; diès als Teilstück des Syndroms: Rollbewegung nach der gesunden Seite. Eine Verletzung distal von der Commissura posterior ergibt Fallen nach der kranken Seite. Dieses Fallen ist in jedem Fall von der halbseitigen Lähmung, als Coeffect der halbseitigen Hirnstammdurchschneidung, unabhängig, denn die Hemiplegie ist in beiden Fällen „gekreuzt".

Im allgemeinen lehrt die Forschung über die Funktion der Bogengänge, der Ampullen und der Otolithen, dasz die meisten Verletzungen hinsichtlich der Zwangsbewegungen und -stellungen gemischte Folgen haben.

---

[1]) MARIKOWSKI: Arch. f. Physiologie, LXXXVIII, 1903.

[2]) M. H. FISCHER: Funktion des Vestibularapparates. Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie von A. BETHE, 1926.

Es steht wohl fest, dasz die Bogengänge und die Ampullen die Wahrnehmung der Winkelbeschleunigungen in bestimmten Ebenen beherrschen, und dasz eine Verletzung des Apparats reflektorisch eine Zwangsstellung in der entsprechenden Ebene auslöst; dasz also nach Durchschneidung beider hinteren Bogengänge die Neigung, nach hinten zu purzeln, entsteht; nach Durchschneidung beider vorderen die Neigung, sich nach vorne zu überschlagen. Zweifellos sind bestimmte, im Experiment noch nicht rein nachgebildete Reizungen des horizontalen vorderen Bogenganges und ebenso Reizungen des äuszeren Bogenganges imstande, eine konjugierte Stellung von Kopf und Augen in der Horizontalebene, bezw. Rollstellung und Rollbewegungen auszulösen. Die Bogengänge und vor allem die Ampullen, sind die Rezeptionsorgane für die betreffenden reflektorisch ausgelösten Stellungen und Bewegungen.

Für die passiven linearen Bewegungen nimmt man an, dasz als Reflex-Aufnahmeorgan (das Annehmen einer bestimmten Stellung von Kopf und Augen mit dem Ziel, soviel wie möglich das gleiche Gesichtsfeld beizubehalten) die Otolithen von der gröszten Bedeutung sind. Diese beiden letzten Funktionen sowie den Nystagmus einem einzigen Mechanismus zuzuschreiben, ist kaum mehr möglich, seitdem Kubo und Quix bewiesen haben, dasz diese drei Reflexfunktionen unter verschiedenen Umständen nicht auf gleiche Weise reagieren.

Um die Differenzierung aller dieser prinzipiell verschiedenen Abweichungen hat sich auch Biehl verdient gemacht, der Schafen verschiedene Verletzungen beibrachte und zwar an dem bei diesen Tieren bequem gesondert zu treffenden N. vestibularis und N. acusticus. Bei mechanischer Reizung des rechten N. vestibularis allein beobachtete er horizontalen Nystagmus mit der langsamen Komponente nach der gesunden (linken) Seite; doch sah er dabei auch Magendie-Hertwig'sches Schielen: rechtes Auge nach oben, linkes nach unten. Nach der Durchschneidung wurden beide Abweichungen in entgegengesetzter Stellung beobachtet mit den zugehörigen Zwangsbewegungen: Manege nach rechts, Rollen nach rechts.

Ein ganz besonderer Mechanismus steht nach B. im Dienste der willkürlichen Blickrichtung. Seine Schlussfolgerung: die Funktion des rechten Labyrinthes sei: Augenwendung und Schielstellung nach links, kann jedoch nicht anerkannt werden, schon deswegen nicht, weil, wie wir sahen, in jedem Bogengange, je nach der Art der Reizung, Funktionen im entgegengesetzten Sinne ausgelöst werden können. Höchstens könnte man sagen, es bestehe ein Übergewicht einer reflektorischen Bewegungsrichtung über die andere. Auf seine anatomischen Beobachtungen kommen wir noch zurück.

Unlängst kam Tait [1]) auf Grund des Studiums der Literatur zu der Schluszfolgerung, dasz die halbbogenförmigen Kanäle für das dynamische Gleichgewicht sorgen, die Utriculi für das statische. Nahm er den Sacculus allein bei einem Frosche weg, so hatte das keinen Einflusz auf das Ver-

---

1) J. Tait: Archives of Neurology and Psychiatry, 1927, II, S. 818.

halten des Tieres. Der Utriculus allein, in Verbindung mit: erstens dem Druckgefühl, entstanden durch die Verbindung mit der Erde, zweitens den Lageempfindungen der Muskeln und Gelenke und drittens der Wahrnehmung der Augen, ist imstande, das Gleichgewicht zu bewahren. STEEN MAXWELL [1]) nimmt eine vermittelnde Stellung in der Debatte über diese Frage ein. Nach seiner Meinung ist die Funktion der Ampullen nicht prinzipiell von der der Otolithen verschieden.

Während also vorläufig unter den Ohrenärzten und Physiologen die Meinungsverschiedenheiten über die Funktionsverteilung zwischen Bogengängen, Sacculus und Utriculus fortdauern, und einige Autoren sogar den Bogengängen nur eine passive Rolle zuschreiben, nimmt unsere Kenntnis der zentralnervösen Apparaten andauernd zu. So scheint mir die Beobachtung von QUIX [2]), dasz beim Kaninchen eine gleichzeitige Kaltspülung beider Ohren reflektorisch ein Laufen nach hinten zur Folge hat, auch für die Erklärung der experimentellen Folgen gewisser Verletzungen der zentralen Bahnen wichtig zu sein, worauf ich noch zurückkomme. Obgleich das „Wie" für uns durchaus nicht klar ist, musz man wohl annehmen, dasz der Mechanismus der Bogengänge von der Art ist, dasz gewisse Kombinationen von doppelseitiger Reizung ein geradliniges Gehen vor- und rückwärts zur Folge haben.

§ 9. *Die Erscheinung „Pars pro toto"*. (s. a. S. 49).

Wir haben im Vorhergehenden wiederholt darauf hingewiesen, dasz die Syndrome der Zwangsbewegungen an Zahl zwar gering sind (6), dasz jedoch jedes einzelne sicherlich noch sehr vielseitig gesichert und auch in einem schwer beschädigten Nervensystem (z.B. nach Decerebration) vorhanden ist; d.h. der Mechanismus eines jeden Lokomotionstyp ist fest im *ganzen* motorischen Nervenapparat (Hirnstamm und Cerebellum) verankert und beherrscht alle beweglichen Körperteile. Das eine wie das andere stimmt mit HERRICKs Gleichnis [3]) überein, worin der tierische Organismus mit einem Hause verglichen wird, das zahllose Eingangs- und wenige Ausgangstüren, wenige „final common paths" besitzt. Zweifellos ist es ein groszes Verdienst von MAGNUS und DE KLEYN, den Mechanismus der verschiedenen Körperstellungen und der Arten der Fortbewegung untersucht zu haben. Haben sie doch mit ihrer Forschung der einzelnen Stellreflexe des Rumpfes auf den Nacken und auf die Augen, der Gliedmaszen auf den Nacken usw. nichts anderes getan, als dasz sie im einzelnen der Frage nachgingen, wie fest gefügt der gemeinsame zentrale Mechanismus dieser Bewegungstypen ist. Dasz alle diese Reflexe schlieszlich nichts anderes sind als untergeordnete Teile der hier zu besprechenden einzelnen Zwangsstellungen, stand ihnen

---

1) S. STEEN MAXWELL: Labyrinth and equilibrium, Philadelphia, 1923.
2) QUIX: Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde, 1928, Nov. 1928.
3) HERRICK: Brain of rats and Man, 1928.

durchaus nicht deutlich vor Augen, wenn auch MAGNUS [1]) anerkennt, dasz man auch durch das Drehen und Wenden des Kopfes bei einem normalen Tier dieselben Änderungen des Tonus verursachen kann, wie bei dem enthirnten. Auch GOLDSTEIN [2]) hat bemerkt, dasz die Stellung eines Gliedes durch die eines andren beeinfluszt wird, und dasz Bewegung oder Lage einer Stelle einer gleichgerichteten an jeder andren Stelle entspricht, und er fragt, ob die MAGNUS'sche Reflexe nicht eher als ein Symptom einer Gesammtveränderung des Organismus anzusehen seien, z.B. Zuwendung zum Reize. Auch VOGEL [3]) kommt zu diesem Schlusz. Davon abgesehen, dasz MAGNUS' übrigens grundlegendes Werk doch nicht vom „Vitium originis" freizusprechen ist, das jeder Untersuchung der Funktionen des Nervensystems anhaftet, die zu stark physiologisch — jedenfalls nicht anatomisch-physiologisch — orientiert ist, hat jedenfalls MAGNUS seine Hauptarbeit [4]) auf Grund theoretischer Vorurteile nicht ganz frei von unvollkommenen Beobachtungen zu halten gewuszt. Das Kapitel über die Zwangsbewegung ist in dieser Hinsicht wohl das schwächste in seinem Buch; es berücksichtigt nicht die schon so alte und so reiche Geschichte dieses Themas; es beruht auch nicht auf der Erkenntnis der Tatsache, dasz die verschiedenen Formen von Zwangsbewegungen und ihren Teilerscheinungen die charakteristische Gruppe von Abweichungen der Lokomotion in 6 verschiedenen Richtungen repräsentieren, die nach Verletzung des Hirnstammes bei den niedrigen Tieren bis zu dem des Menschen auftreten. MAGNUS' Grundbeobachtung, auf der seine ganze Lehre beruht, dasz die Zwangsbewegung — er meint hier nur die *Roll*bewegung — auf zwei oder drei Phasen, die einander mit reflexmäsziger Notwendigkeit folgen müssen, aufgebaut ist, ist zweifellos diejenige, bei welcher der Kopf des rotierenden Kaninchens *in der Mittelstellung* festgehalten wird. MAGNUS glaubt dann eine gewisse Ruhe wahrzunehmen [5]), wobei er übersieht, dasz man in *jeder* Haltung, in der man das Tier festhält, das Eintreten einer solchen Beruhigung sehen kann. Das Unbefriedigende dieser Beobachtung und vor allem der auf ihr begründeten Theorie scheint auch GROEBBELS [6]) aufgefallen zu sein; er bringt die Abbildung einer Taube in Rollstellung nach rechts (vermutlich infolge Schädigungen des Bündels von BOYCE auf der linken Seite), die in ihrer zwangsmäszigen Lage auf der rechten Seite verharrt, auch während er den Kopf *in Mittelstellung festhält* (Fehlen des Halsstellreflexes auf den Rumpf).

Dasz auch *posturale* Verhältnisse, wie sie bei Enthirnungsstarre ge-

---

[1]) MAGNUS: Münchener Med. Woch.schr., 1912, Nr. 13.

[2]) GOLDSTEIN: Schweizer Arch. f. Ps. u. Neur., Bd. 17, 1925, S. 203 und 225.

[3]) VOGEL: Pflüg. Arch., Bd. 228, 1931, S. 640.

[4]) R. MAGNUS: Körperstellung, 1926.

[5]) In seinem Kapitel von „Körperstellung", 1926, S. 363, Reihe 6, gibt er Ausnahmen von dieser Regel zu, ohne sie zu erklären.

[6]) GROEBBELS: Pflügers Arch., 218, 1928, S. 207.

funden werden, nicht vollständig erforscht werden können, wenn man sie nicht in Beziehung zur Purzelstellung nach hinten bringt, erweist sich aus der Wirkung der Wegnahme und Reizung verschiedener Teile des Cerebellums auf die bestehende Enthirnungsstarre (BREMER); dasselbe gilt auch für die sogen. „Stützreaktion" von R. SCHOEN, RADEMAKER und GROEBBELS. Die Tatsache, dasz die von mir besprochenen Zwangsstellungen so fest im zentralen Nervensystem verankert sind, spielt überall da, wo die niedrigeren Zentren durch Krankheitsprozesse oder auf andere Weise enthemmt werden, eine Rolle; also auszer bei der Enthirnungsstarre auch bei einer Schädigung des Striatums und bei Mittelhirnverletzung; eigentlich in jedem Fall, in welchem eine der supra-vestibulären Bahnen verletzt oder gereizt wird. Haben doch GOLDSTEIN und RIESE, KLEIST u.a. gezeigt, dasz auch bei einer Anzahl von „Reflexen", einschlieszlich der Prüfung auf Vorbeizeigen bei normalen Individuen, gewisse präformierte Stellungsneigungen zu bemerken sind. In allen diesen Fällen zeigt es sich, wie eng die Innervation irgendeines Körperteiles Rumpf, Gliedmaszen, Augen) mit der Innervation aller übrigen verbunden ist, so sehr, dasz die passive Annahme einer bestimmten Haltung eines dieser Teile sehr leicht die anderen Elemente veranlaszt, eine damit übereinstimmende Haltung anzunehmen. Diese Erscheinung wird der Kürze wegen in vorliegendem Werk „Pars pro toto"-Erscheinung genannt (GAMPER, JAKOB, WENDEROWIC). SCHALTENBRAND und SCHILDER weisen mit Recht auf die eigenartige Tatsache hin, dasz die „tonischen Reflexe" von MAGNUS umkehrbar sein müssen. MAGNUS und DE KLEYN benennen ihre Reflexe nach dem Ausgangspunkt und den gehorchenden Organen (also vom Kopf auf die Gliedmaszen). Da wir nun sehen, dasz sowohl die Gliedmaszen die Stellung annehmen, welche der veränderten Haltung des Kopfes entspricht, als auch der Kopf die Haltung annimmt, die zu der Stellung der Gliedmaszen paszt, darf man von „Umkehrbarkeit" sprechen. Hier bietet die in diesen Kapiteln vorausgesetzte „neutrale" Auffassung, die nicht von Reflexen, sondern von gewissen (6) Zwangsstellungs-Typen, Wendung nach rechts und links, Rollen nach rechts und links, Purzelstellung nach vorne und hinten, spricht, sicher unverkennbare Vorteile. Der Ausdruck „Pars pro toto" gibt ohne jede Voraussetzung nur an, dasz man im Rahmen dieser sechs Bewegungsschemata nur einzelne bewegliche Körperteile in eine gewisse Haltung zu bringen braucht, um zu sehen, wie die anderen Teile automatisch, wenn man will „reflektorisch", die dazu passenden Stellungen annehmen.

KAPITEL 9.

ANATOMISCH-PHYSIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN SÄUGERN.

§ 1. *Verletzung oder Reizung von supra-vestibulären Bahnen als experimentelle Methode.*

Nach der vorangegangenen Besprechung der durch rein physiologische Forschung erreichten Resultate kann man die Frage stellen: Sind unsere anatomisch-physiologischen Kenntnisse so weit vorgeschritten, dasz wir genauer bestimmen können, welche *Zentren* und *Bahnen* dazu beitragen und daran mitwirken, dasz diese 6 möglichen Formen von Lokomotion und Zwangsstellungen ihre so feste zentralnervös gekoppelte Innervation haben? Die Armut der obenerwähnten sechs Bewegungsarten oder Typen von Zwangsbewegungen, ebenso wie die der Lokomotion im allgemeinen, ist so ausgesprochen, dasz wir, von den Fischen bis zum Menschen, immer Zwangsbewegungen von gleichen Typen, gleichen Einheiten und Teilen treffen. Diese Beschränkung hat jedenfalls den Vorteil, dasz für alle diese verschiedenen Tierarten mit so verschiedener Fortbewegungsart die anatomisch-physiologische Forschung von einem einzigen Gesichtspunkte aus geleitet werden kann. Da wir den vestibulären Kernen eine so grosze Bedeutung bei der Bildung von Zwangsstellungen und Zwangsbewegungen zugeschrieben haben, liegt uns die Frage nahe: Kann man auszer durch *Verletzung* dieser vestibulären Kerne auch noch durch künstliche *Reizung* der Kerne oder ihrer Teile solche Zwangsbewegungen hervorrufen? Wäre das möglich, so könnte man weiter durch faradische Reizung der Querschnitte des Hirnstammes nach der Methode von GRAHAM BROWN den weiteren Verlauf der betreffenden Bahnen verfolgen. Wie mir scheint, hat es seinen guten Grund, dasz diese Untersuchungsmethode noch niemals systematisch von Physiologen angewandt wurde. Erzeugt doch eine faradische Reizung der vestibulären Gegend, vor allem der Corpora restiforma und Substantia reticularis, auch mit dem schwächsten Strom, vor allem so heftige *myoclonische* Erschütterungen des ganzen Körpers [1]), dasz diese Gegend des Hirnstammes sich sehr schlecht für elektrische Untersuchungen eignet. Wir sind also auf die Methode, *Verletzungen* an den vestibulären Zentren und Bahnen anzubringen, angewiesen, und ich habe mich denn auch darauf beschränkt.

§ 2. *Verschiedene Formen von Zwangsbewegungen bei höheren Vierfüszlern und beim Menschen.*

Die rein physiologische Untersuchungsmethode, die die Bedeutung und Festigkeit der verschiedenen Zwangsstellungen nach Ausschaltung der willkürlichen Beweglichkeit durch Decerebration aufzeigen soll, ist eigentlich so ausführlich wie möglich von MAGNUS und DE KLEYN angewandt worden, so dasz ich mich hier darauf beschränken kann, auf sie hinzuweisen.

---

1) MUSKENS: Epilepsie, Verlag Springer, 1926.

Aus meinen Untersuchungen ergibt sich schon, dasz hinsichtlich der Festigkeit nicht alle Zwangsstellungen einander gleichgesetzt werden können. Es sind vor allem die durch Vermittlung der Halsreflexe entstehenden Streckungen und Beugungen der Gliedmaszen bei Beugung und Streckung des Körpers, sowie die Stellreflexe der Extremitäten bei Drehung des Kopfes, die besonders auffallen. Lange nicht so deutlich ist die feste Zusammengehörigkeit des Komplexes hinsichtlich seiner in den horizontalen Ebenen auftretenden Komponenten. Die Tatsache, dasz gerade das Wenden des Blickes in der horizontalen Ebene viel eher willkürlich ausgeführt wird, m.a.W., dasz dieser „final common path" viel mehr dem Willen zur Verfügung steht, hat vermutlich auch etwas damit zu tun. Wir fanden auch bei der Taube, dasz die kompensatorischen Kopf- und Augenbewegungen in der am meisten gebrauchten horizontalen Ebene auf eine andere Art und Weise als in den beiden übrigen Ebenen zustande kommen.

Wenn wir dank HOGYIES und vor allem dank MAGNUS wissen, welch einen groszen *posturalen* Einflusz die Stellungsveränderung des Kopfes (Labyrinth-Einflüsse) und die Stellung des Halses ausüben, und wenn wir ferner bedenken, dasz nach der Regel „Pars pro toto" (in einem weiteren Kapitel werden wir sehen, dasz die Erscheinung „Pars pro toto" auch in der Pathologie des Menschen eine Rolle spielt) die verschiedenen posturalen Unterteile, wenn sie zu einem bestimmten Typus von Lokomotion gehören, unlösbar aneinander gebunden sind, so können wir aus der Entwicklungsreihe der Wirbeltiere a priori feststellen, an welchen Übergängen die wichtigsten Änderungen in den *posturalen* Verhältnissen stattfinden müssen. Hierbei sind folgende Übergänge belangreich: erstens ist ein wichtiger Wendepunkt dann zu erwarten, wenn Wirbeltiere ihre gewohnte Haltung ändern, sei es, dasz sie überhaupt eine senkrechte (oder schräge) Haltung annehmen wie der Hippocampus oder die aufrecht stehenden urzeitlichen groszen Reptilien und die Kängurus; und zweitens, wenn die höheren Tiere anfangen, die Wirbelsäule nicht mehr horizontal hinter dem Kopf sondern vertikal unter ihm zu tragen (Übergang der Prosimii zu den aufrechten Formen). Einen anderen bedeutungsvollen Übergang findet man dort, wo die Innervation eines so wichtigen motorischen Trägers der Zwangsbewegungen wie der Augäpfel einer vollständigen Erneuerung sich unterziehen musz, wenn nämlich beide Gesichtsfelder anfangen sich zu decken. Während das gemeinschaftliche Gesichtsfeld beim Kaninchen nur einige Grad beträgt, ist es bei der Katze 70 °, beim Löwen 120 ° grosz, beim Menschen noch gröszer. Dabei fällt es auf, dasz mit der Zunahme dieser beiden Faktoren — gemeinsames Gesichtsfeld und aufrechter Gang — die grosze physiologische Bedeutung der Rollbewegungen und Rollstellungen der Augen verloren zu gehen scheint. Wie es sich mit diesem Zusammenhang genau verhält, kann man bei dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse nicht gut erkennen. Jedenfalls müssen in diesem Sinne die riesigen Unterschiede

der Verletzungsfolgen des N. vestibularis bei den verschiedenen Tierarten erklärt werden. Während das Kaninchen nach dieser Verletzung sich zu Tode rollt, sind sichere Rollbewegungen beim Menschen sehr selten.[1]) Solche mit vollständiger anatomischer Beschreibung sind nicht bekannt. Man kann im allgemeinen sagen, dasz die Rollbewegung die am meisten in den Vordergrund tretende Zwangsbewegung bei den niedrigen Tierformen ist; schon bei den Cyclostomen mit ihrem allereinfachsten vestibulären Organ kann man Rollbewegungen beobachten; „spontane" Bewegungen seitwärts vermiszt man bei diesen Tieren. Dagegen tritt, Hand in Hand mit der höheren Entwicklung des Corpus striatum unter dem Einflusz des Lebens auf dem Lande, die Zwangsbewegung seitwärts (Manegebewegung, konjugierte Deviation) in den Vordergrund. An die Entwicklung des vestibulären Organs, auszerdem an die des Striatum und der Olive, wahrscheinlich auch an die Kerne der zentralen grauen Substanz, ist die Lokomotion nach oben und unten gebunden; diese Bewegungsform spielt vielleicht bei den niedrigen Fischen (Cyclostomen, ausgestorbenen Cephalaspiden), sicher bei den Cetaceen eine Hauptrolle.

Bei der Untersuchung der Zwangsbewegungen in der aufsteigenden Tierreihe kann man sich des Eindrucks nicht erwehren, dasz der Bogengangsapparat in einen Zustand der Involution, des Rückganges gerät, und dasz zugleich damit die Bedeutung der anderen Sinneswerkzeuge zunimmt, was unter anderem die Verminderung der Heftigkeit von Zwangsbewegungen bei den höheren Tieren erklären kann. Bei dieser Involution sind zwei Punkte von Bedeutung: erstens leben die niedrigeren Vertebraten in Medien (Fische in Flüssigkeit, Vögel in der Luft), die ein sehr feines Reagieren des Gleichgewichtes verlangen; zweitens ist anzunehmen, dasz die posturalen Reflexe mit ihrer Entwicklung einen groszen Teil der Funktion der Bogengänge übernommen haben, ein Verlauf, in welchem die Heftigkeit der Zwangsbewegungen verloren gehen konnte. Auch die zentralen vestibulären Bahnen haben sicher an dieser Evolution teilgenommen, sowohl relativ als absolut, wenn man überlegt, dasz diese Funktion schon bei den niedrigsten Vertebraten eine ebenso hohe Entwicklungsstufe erreichen muszte, wie bei den höchsten, während alle anderen Funktionen ihre fortschreitende Vollendung erst Schritt für Schritt erreichen konnten. Eine umgekehrte Entwicklung, nämlich die einer ständig zunehmenden Verfeinerung der Cochlea[2]) und insbesondere der zentralen Bahnen sowie des Endgebietes im Neopallium, sehen wir im acustischen Apparat zustandekommen. Bei

---

[1]) Nach NORTHINGTON und BARRERA (Arch. of Neur. u. Ps., 1934, II, S. 64) fehlen bereits niedren Affen (Macacus Rhesus) nach Labyrinthabtragung die richtigen Rollbewegungen. Nach doppelseitiger Abtragung beobachten sie Zwangsbewegung nach oben und hinten.

[2]) A. LOWNDES YATES: Proc. Royal Soc. of med., Bd. 22, 1929, S. 1481.

der kleinen Zahl von Typen, nach welchen vom Fisch bis zum Menschen eine Lokomotion geschehen kann, ist es interessant, darauf hinzuweisen, dasz die hauptsächlichen Bündel (Tr. commissuro-medullaris und Tr. interstitio-spinalis), welche für die lateralen Zwangsbewegungen (Manege- und Rollbewegung) die Rolle des „final common path'' spielen, bei den Fischen wichtige faserreiche Bahnen bilden, jedoch in der aufsteigenden Tierreihe immer ärmer an Fasern werden. Während beim Fisch der ganze mediale Teil des Längsbündels von diesen zentrifugalen Fasern (VAN GEHUCHTEN) gebildet wird, finden wir bei den Vögeln eine deutliche Verminderung der Fasern und bei der Katze nur noch eine sehr geringe Anzahl, die zusammen nur das medialste Segment des mehr oder weniger abgerundeten medianen Abschnitts des Längsbündels bilden.

Bei aller Beachtung der geschilderten phylogenetischen Veränderungen in Verbindung mit den soeben geschilderten Umständen, erweist es sich doch in der Praxis als nützlich, zum Vergleich der Zwangsbewegungen und Zwangsstellungen des Rumpfes, der Gliedmaszen und der Augen bei den verschiedenen Tierklassen, die Stellung des Tieres oder des Menschen auf diejenige der einfachsten Vertebrate, die untersucht wurden (der Fische) zurückzuführen. Namentlich beim Menschen ist, wie ich in Brain, 1914, S. 353, auseinandergesetzt habe, ein solches Zurückführen vom Komplizierten zum Einfachsten dringend notwendig. Dies wird auch durch die Notwendigkeit erforderlich, die Richtung der Zwangsbewegungen übereinstimmend zu benennen.

Rollbewegungen, die mit dem Drehen des Kinnes zur linken Schulter beginnen, müssen, um Miszverständnisse zu vermeiden und um die Erscheinung auf eine für alle Vertebrate geltende Grundlage zu bringen, Rollen nach der rechten Seite genannt werden. Denn, wenn man die Haltung und Bewegung auf die der niedrigsten Vertebrate, der Fische, oder auch auf die der niedrigsten Vierfüszler, wie Kaninchen, zurückbringt, so sieht man, dasz es sich bei der erwähnten Rollbewegung um eine Lokomotion nach der rechten Seite, von der ursprünglichen Stellung des Tieres aus gesehen, handelt.

Die Wichtigkeit einer exakten Erkennung und Benennung der Richtung einer Zwangsbewegung wird uns vollkommen klar werden, wenn wir anfangen die pathologischen Augenbewegungen und -stellungen, die konjugierte Deviation von Kopf und Augen, die Rollstellung der Augen (MAGENDIE-HERTWIG-Schielen) und andere neurologische Syndrome zu untersuchen.

Eigentlich verdanken wir auch in diesem Kapitel der Physiologie HOGYIES [1]) die ersten Andeutungen über die Bereitschaft zu bestimmten Bewegungs- und Haltungstypen und ihren Zusammenhang beim Tier. Ein Kaninchen, das mit freien Vorderpfoten auf HOGYIES' Kaninchen-

[1]) HOGYIES: Neur. Zentralbl., 1904. S. 260.

schemel gesetzt wird, führt bei passiven Bewegungen des ganzen Tieres sowohl mit den Augen, als auch mit den Vorderpfoten Bewegungen im Sinne der labyrinthären Stellreflexe aus. HOGYIES hat vorsichtshalber, im Gegensatz zu seinen Nachfolgern, nicht von Reflexen gesprochen. Kann man von einer Reflexbewegung reden, wenn bei der Konvergenz der Augen automatisch die Ciliarismuskeln sich zusammenziehen, obgleich eine solche Kontraktion eine notwendigerweise zur Konvergenz gehörende Bewegung ist? Kann man sagen, dasz die mit der Kontraktion des M. detrusor vesicae notwendigerweise verbundene Entspannung des Blasenhalsschlieszmuskels eine Reflexbewegung ist? Und ist das von SHERRINGTONs Schule erforschte fundamentale Gesetz des Zusammenwirkens der Flexoren mit den Extensoren reflektorisch?

Der Autor möchte niemandem in der Bewunderung der tiefgründenden Analyse der Stell- und Halsreflexe beim decerebrierten Tiere nachstehen, die wir MAGNUS und DE KLEYN verdanken. Der Tatsache, dasz die Beobachtungen nicht auf die wirbellosen und auf die niedrigsten Wirbeltiere (Fische) ausgedehnt wurden, wie auch dem Fehlen einer anschlieszenden anatomischen Untersuchung der operierten Tiere, musz man es zuschreiben, dasz wichtige Besonderheiten der Zwangsbewegungen jenen Autoren entgingen, unter anderem das Umschlagen der Richtung der Abweichungen (Wenden und Drehen) sobald in einer Serie halbseitiger Durchschnitte des Hirnstammes die Commissura posterior erreicht wird. Fasziniert durch die im Vordergrund stehende Zwangsbewegung in der frontalen Ebene (Zwangsrollen) übersahen sie, oder bewerteten sie nur in zweiter Linie, die zugleich nach Wegnahme des Labyrinthes auftretende Zwangsbewegung in der horizontalen Ebene (Manegebewegung und Seitwärtswendung des Kopfes und der Augen); eine Unterschätzung der einen, im Vergleich zur anderen gleichwertigen, wenn auch ganz verschiedenen, Erscheinung! Davor hätten sie sich bewahren können, wenn sie ihre Forschungen durch einige Versuche mit Durchschneidung der aufsteigenden vestibulären Verbindungen im Hirnstamm vervollständigt hätten. Denn in diesem Fall hätte es sich gezeigt, dasz gerade auf höherem Niveau die Zwangsbewegung in der *horizontalen* Ebene in den Vordergrund tritt. Sich gegenüber der Regelmäszigkeit der Abweichung in der horizontalen Ebene ganz verschlieszen, konnten übrigens auch M. und DE K. schwerlich, und wiederholt wird diese Erscheinung nach der Exstirpation des Labyrinthes erwähnt, die nach einigen Tagen verschwinde, wenn auch MAGNUS nichts Rechtes damit anzufangen weisz („Körperstellung", S. 413). Das Miszverständnis des Autors bezüglich der Natur der Zwangsbewegungen zeigt sich am besten, wenn er (S. 380) kurz nach der Operation das Tier „Uhrzeigerbewegungen" ausführen läszt, und „wenn auch die Hinterbeine sich beim Laufen mitbeteiligen, Manegebewegungen". Auszerdem neigt er dazu (S. 380) den „Flankengang", eine ganz besondre Form der Lokomotion, auf einen geringeren Strecktonus der Beine auf der operierten Seite zurückzuführen. „Nach meiner Auffassung" fügt er vorsichtigerweise hinzu.

Allein das Studium der mit der Manegebewegung so nah verwandten konjugierten Deviation der Augen, wie auch die Beobachtung von Manege- und Rollbewegungen bei wirbellosen Tieren, hätte den Autor vor diesen Miszverständnissen geschützt.

§ 3. *Wie verhalten sich die Augenbewegungen zu den verschiedenen typischen Arten von Stellung und Lokomotion?*

Ist es möglich, auf Grund des bis jetzt Erörterten die Stellung zu bestimmen, welche die Augenbewegungen im System der, wie wir sahen, so beschränkten Haltungsmöglichkeiten einnehmen? Bei der Verfolgung

dieses Themas werden wir von dem merkwürdigen Konservatismus der Natur überrascht, der hier zu Tage tritt. Denn derselbe Mechanismus, dieselben Verbindungsbahnen (final common paths), die bei den Fischen die konjugierte Deviation seitwärts und die Manegebewegung beherrschen, beherrschen auch beim Menschen den Blick nach den Seiten. Dasselbe supravestibuläre Bündel, das bei den Fischen das kompensatorische Augenrollen bei jeder Rotation beherrscht, spielt beim Kaninchen und der Katze eine wichtige Rolle, wie die Heftigkeit der Rollbewegungen zeigt, wenn jenes Bündel bei diesen Tieren geschädigt wird.

Schlieszlich scheint vor allem, soweit die Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene bis jetzt erforscht sind, auch die Lokomotion nach oben und unten bei den niedrigsten Vertebraten an Bahnen und Organe (untere Oliven, zentrale graue Kerne) gebunden zu sein, die mit denen der auf dem Lande lebenden Säugetiere verglichen werden können, und deren (der Bahnen) Verletzung Purzeln nach oben und unten, beim Menschen Zwangsstellung der Augen nach oben und unten verursacht (Blicklähmung nach unten und oben). Bei all den wechselnden Formen, welche die Entwicklung im Laufe der Jahrtausende für den Vertebratenstamm hinsichtlich der Fortbewegung in verschiedenen Umgebungen, im Wasser wie in der Luft und auf dem Lande, mit sich brachte, überall ist die Lokomotion, die Stellung, die Augenbewegung nach einem Muster, das einmal gegeben wurde, zustande gekommen. Zwar besteht a priori und auf Grund der gefundenen anatomischen Verhältnisse (u.a. bei Vögeln) Veranlassung anzunehmen, dasz, wenn ein Tier sich sowohl auf dem Lande wie auch in der Luft bewegt, getrennte subordinierte Zentren sich entwickeln können. Auch ist vermutlich bei den im Wasser lebenden Säugetieren das Corpus ellipticum als ein Organ zu betrachten, das diese besondere Anpassung, das Vorherrschen der Lokomotion in der vertikalen Ebene, ermöglicht. Aber im Prinzip hat die Natur doch die Möglichkeit gefunden, alle diese verschiedenen Resultate mit demselben anatomischen Material zu erreichen. Von diesem Gesichtspunkte aus ist es verständlich, wenn man beim Maulwurf trotz seiner atrophischen Augen dennoch ein gut entwickeltes hinteres Längsbündel findet; ist doch hier nur eins der Elemente, aus welchen die lateralen Bewegungen zusammengestellt werden, nämlich das der Augen, atrophisch geworden. Wenn man bei Tieren, z.B. bei der Schildkröte, das System der vertikalen Bewegungen (nach vorne und oben) schwach entwickelt findet, so kommt das daher, dasz bei solchen Tierformen nur der Kopf und die Augen diese Bewegungen ausführen. Als schlieszlich die Gesichtsfelder der höheren Säugetiere sich immer mehr überdeckten, und als vor allem die Wirbelsäule nicht mehr horizontal hinter, sondern vertikal unter dem Kopfe getragen wurde, blieb, wiewohl diese Umwandlungen mit tiefgehenden Änderungen der vestibulären Anatomie und Physiologie verbunden waren, das Prinzip doch immer unangetastet. Auch die gröszere Kompliziertheit des cerebralen Mechanismus blieb nicht ohne

wesentlichen Einflusz auf das System, u.a. die Änderungen der Ophthalmostatik in der Tierreihe, die BARTELS untersucht hat.[1]) Dieser Forscher erinnert daran, wie beim Hund EWALDs die Augenbewegungen nach der Exstirpation beider Labyrinthe an Genauigkeit verloren (S. 274); und welche auszergewöhnliche Verschiedenheit die spontane Beweglichkeit der Augen überhaupt in der Tierreihe zeigt. Während Krebse anscheinend einen ihnen vorgehaltenen Gegenstand wie die höchsten Wirbeltiere fixieren und darauf konvergieren können — wie es übrigens auch viele Fische, Reptilien und Vögel können — gibt es, wie es scheint, bei den Nagetieren keine Spur von willkürlicher Augenbewegung. Ein blindes Kaninchen unterscheidet sich in dieser Hinsicht wenig von einem sehenden. Auch weist dieser Autor darauf hin, dasz die Grenze zwischen der zwangsmäszigen oder ausschlieszlich reflektorischen und der sogen. willkürlichen Augenbewegung häufig schwer zu ziehen ist. Jedenfalls ist der Besitz des Groszhirns durchaus keine Vorbedingung für die Möglichkeit spontaner Augenbewegung. Diese und andere Resultate von B.'s Forschung erscheinen mir von Bedeutung für die Frage der striären Augenbewegungsreflexe.

§ 4. Der striäre Augenbewegungsmechanismus.

Wir finden also in der ganzen Tierreihe die Koordination von Hals, Kopf und Augen als einen der am festesten eingewurzelten Mechanismen, aber nur bei den Affen und beim Menschen ist, wie es scheint, die Dissoziation weit genug vorgeschritten, um von einem Richten der Augen nach rechts trotz gleichzeitigen Wendens des Gesichts nach links reden zu können. Doch weist BARTELS darauf hin, dasz auch wir Menschen wohl als Resterinnerung jener Koordination ein unangenehmes Gefühl empfinden, wenn wir, bei starker Wendung des Gesichtes nach links, die Augen maximal nach rechts richten.

Wenn wir also ein prinzipielles Gleichbleiben des anatomisch-physiologischen Mechanismus für die verschiedenen Haltungen finden, so können wir daraus folgern, dasz die zentrale Organisation der typischen Arten der Fortbewegungen und der Augenbewegungen eine andere ist und sein musz, als die der Gliedmaszen und der willkürlichen Muskeln im allgemeinen, z.B. bei eingliederigen Einzelbewegung (Vergl. S. 269). Wann daher Anatomen wie ELLIOT SMITH [2]) und andere die corticale Innervation der Augen derjenigen der willkürlichen Muskeln gleichstellen, so beachten sie nicht dasz nur elektrische Ströme von ganz anderer Gröszenordnung imstande sind, Augenbewegungen hervorzurufen, was auch SHERRINGTON und LEYTON in Erstaunen gesetzt hat, ebenso wie früher SCHAEFER, HORSLEY, HOCHE, RUSSELL u.a., später VOGT und BARANY, die sich wunderten, dasz aus diesen frontalen Zentren für die konjugierte Deviation keine Pyramidenbündel zu den Augenmuskelkernen bekannt sind. DEJERINEs Erwartung, dasz

[1]) M. BARTELS: v. Gräfes Arch. f. Ophthalmologie, Bd. 118, 1927, S. 270.
[2]) ELLIOT SMITH: Evolution of Man, 1927.

direkte Verbindungen der Rinde mit den Augenbewegungen aufzuzeigen sein würden, hat sich nicht erfüllt, und noch immer besteht HOCHES Wort[1]) zu Recht, dasz weder mit der MARCHI-Methode, noch mit irgend einer andern eine corticale Innervation der Augenmuskelkerne bisher gezeigt werden konnte. Eine systematische Untersuchung der Frage, ob die konjugierten Deviationen, welche von den frontalen und occipitalen Windungen ausgelöst werden, etwa auf Stromschleifen durch die Corpora striata beruhen oder nicht, fehlt uns noch immer (vergl. S. 476).

Kurz und gut, es läszt sich, wie ich schon früher[2]) auseinandergesetzt habe, die These verteidigen, dasz auch bei den höheren Tieren die ganze posturale Innervation und namentlich die der Augenbewegungen in den subcorticalen Organen zustande kommt.

Die Frage, welche Rolle das Corpus striatum für die Augenbewegungen spielen könnte, wurde zuerst von PRÉVOST zur Behandlung gebracht; in seiner Dissertation aus dem Jahre 1871 hat er bei der Untersuchung von Apoplektikern die Beobachtung gemacht, dasz bei denjenigen Patienten, bei denen konjugierte Deviation von Kopf und Augen vorkam, das Corpus striatum durch den Herd mitbetroffen war. Später wurde, 1914, von mir auf Grund anatomisch-physiologischer Untersuchungen darauf hingewiesen, dasz — angesichts der Bedeutung des Nuc. commissurae posterioris für die konjugierte Bewegung von Kopf und Augen in der horizontalen Ebene, und auch auf Grund der Beobachtung, dasz eine Verletzung des Globus pallidus, ebenso wie die des genannten Mittelhirnkerns eine Blickabweichung nach der Seite der Verletzung ergab —, eine anatomische Verbindung zwischen dem Nuc. commissurae posterioris und dem genannten supravestibulären Kern des Striatums bestehen müsse. Es gelang mir, an Hand von MARCHI-Präparaten das Bestehen einer solchen sowohl pallido-petalen, wie auch pallido-fugalen tertiären vestibulären Verbindung nachzuweisen. Das eine wie das andere wurde durch SPITZER, RIESE, HERRICK, TSAI und MORGAN[3]) bestätigt, welchen letzteren wir Einzelheiten über Pallidumverbindungen mit anderen Mittelhirnkernen verdanken; die Verbindung des Pallidums mit den Commissurenkernen wird für mehr oder weniger wahrscheinlich gehalten von VOGT, MONAKOW und KODAMA[4]).

Um einen richtigen Begriff von der Tragweite dieser Streitfrage zu geben, ist eine systematische Wiedergabe der Resultate der anatomisch-physiologischen Untersuchung über die sekundären und tertiären vestibulären Verbindungen unumgänglich nötig. Die betreffenden Beobachtungen habe ich in Brain 1914 bereits beschrieben und sie werden, nochmals nachgeprüft und weiter fortgeführt, seinerzeit in deutscher

---

[1]) HOCHE: Archiv f. Psychiatrie, Bd. 30, 1896, S. 117.

[2]) MUSKENS: Rassegna internationale di clinica IX, 1928, S. 641 und Monatschr. f. Psych., LXXVI, 1930, S. 268.

[3]) L. O. MORGAN: Archives de Neurology and Psychiatry, Bd. 18, 1927, S. 495—549.

[4]) KODAMA: Schweizer Archiv. f. Neurologie, Heft 8, 1929, S. 182.

Sprache publiziert werden. Ich werde mich hier auf eine kurze Übersicht der Resultate beschränken, nachdem ich kurz zwei Grundversuche wiedergegeben habe.

§ 5. *Zwei Grundversuche. Der eine: Stich in das H.L.B. mit aufsteigender Entartung bis in die Commissura posterior hinein zum andersseitigen Nuc. commissurae posterioris und absteigender Entartung in das Rückenmark; der andre: Verletzung der Commissurkerne mit absteigender Entartung in das Rückenmark und aufsteigender Entartung in das Pallidum.*

1. Katze 139, 23. 3 1907. Stich in den Hirnstamm zwischen Brücke und Trochleariskern mittels PROBSTs verborgener Nadel, rechts von der Mittellinie. 26. 3. Geht seit der Operation ohne Aufhören in Manegebewegung nach links mit entsprechender horizontaler konjugierter Deviation von Kopf und Augen. Scheint noch etwas schwach auf den Pfoten. 3. 4. Geht jetzt vorzüglich unaufhaltsam immer nach links in Manege, Radius ½ m; friszt gut; ist ganz wohl. Am 11 April wird das Tier getötet. Osmiumfärbung (Abb. 9 a, b, c und d).

Weil in diesem Fall der Tr. commissuro-medullaris unversehrt ist (Abb. 9 b), und weil in andren Versuchen eine solche Entartung des Tr. reticulo-spinalis, wie hier vorgefunden, niemals mit Manegebewegung einhergeht, kann man, in Übereinstimmung mit ähnlichen Versuchen (u.a. anders gerichtete Stiche durch das Areal des H.L.B.) schlieszen, dasz die Manegebewegung nach links ausschlieszlich als die Folge der aufsteigenden Entartung des Tr. vestibulo-mesencephalicus, gekreuzt aus dem linksseitigen Vestibulariskern in der Medulla, aufzufassen ist. Man kann das Bündel nach oben bis in die Commissura posterior verfolgen, woselbst die Fasern bekanntlich ihre Markscheide verlieren und nicht weiter zum linksseitigen Nuc. commissurae posterioris verfolgt werden können (vergl. Abb. 41 und 42, S. 402).

Aus diesem und ähnlichen Versuchen musz man schlieszen, dasz die Durchschneidung dieses aufsteigenden Bündels maszgebend ist für das Entstehen der Manegebewegung; denselben physiologischen Effekt beobachtet man bei Durchschneidung dieses Bündels bis zur Mitte der Commissura posterior. — Durchschneidung beider H.L.B. ergab Unlust zur Bewegung bis Abasie.

2. Katze 108, 25. 9 1906. Stich in den Hirnstamm rechts. Das Tier erholt sich bald, fällt auf die linke Seite. Zuckt mit den Pfoten als ob es Schmerz spüre. 20. 9. Steht wie eine normale Katze, aber mit steil gestreckten Hinterpfoten (d.h. Zwangsstellung nach vorn unten, wahrscheinlich weil der mediale graue Kern von der Verletzung getroffen wurde). Dreht den Kopf nach links (wodurch es den Anschein hat, als wolle das Tier nach links gehen). R. Pupille > L. Links kein Conjunctivalreflex beim Bedrohen mit der Hand; dagegen ist der Reflex rechts normal. 27. 9. Läuft und sitzt normal, Fallneigung nach links. 4. 10. Fallneigung

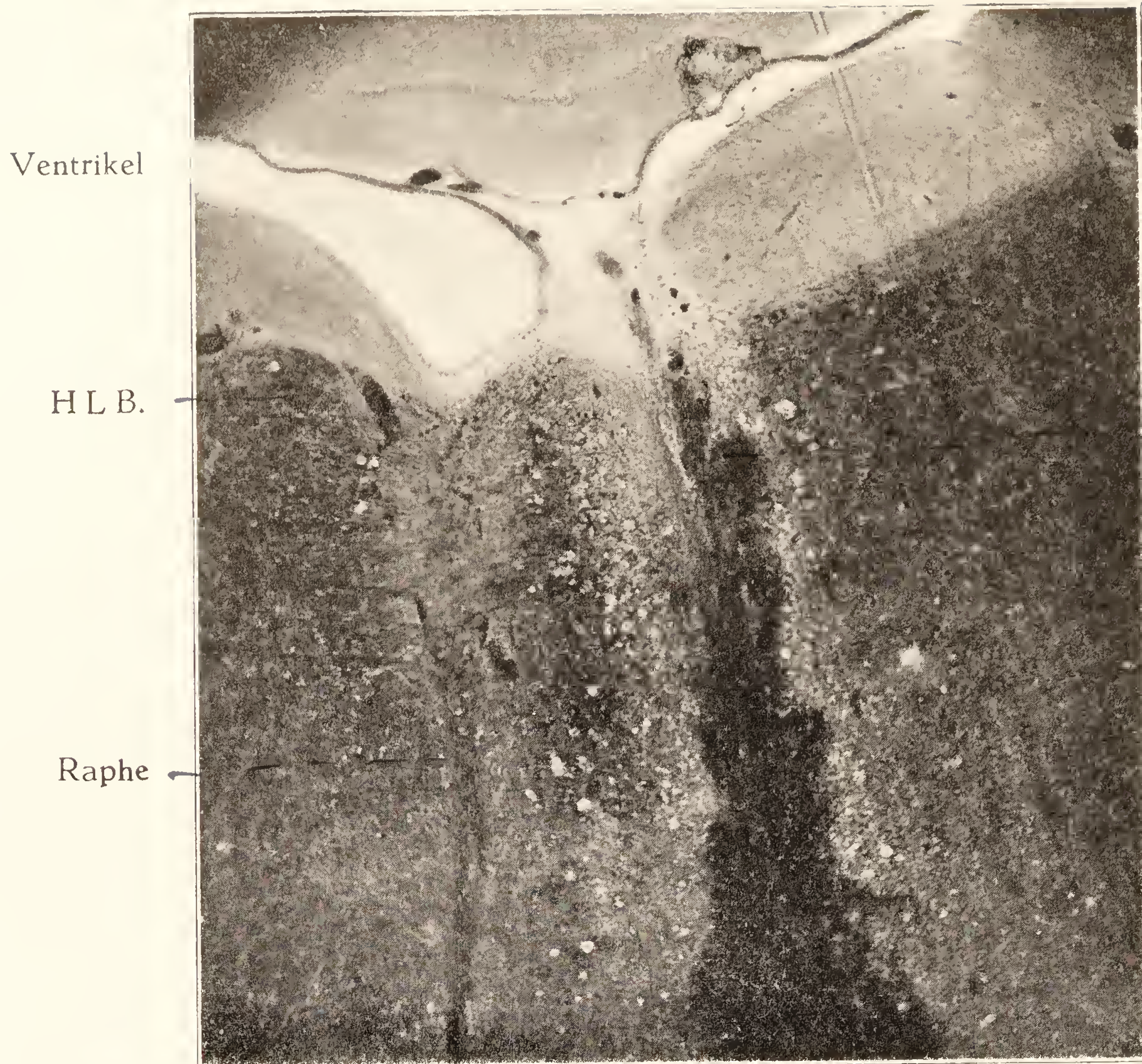


Abb. 9 a.



Abb. 9 *b*.

Abb. 9 *a*, *b*, *c* und *d*. Stich durchs H.L.B. rechts in der Brücke (9 *a*). Aufsteigende Entartung: bis zur hinteren Commissur (9 b). Absteigende Entartung: Tr. commissuro-medullaris (bis zum VI Kern), Tr. tecto-bulbaris und Tr. reticulo-spinalis. Der Tr. interstitio-spinalis, am meisten median im H.L.B.-Areal gelagert, und der lateral im Areal gelagerte Tr. vestibulo-



Abb. 9 c.



Abb. 9 *d*.

tegmentalis lateralis sind teilweise verletzt und wenig entartet. Deshalb wurde im Leben ausschlieszlich Manegebewegung nach links, ohne Rollbewegung oder Fallneigung nach rechts, beobachtet.

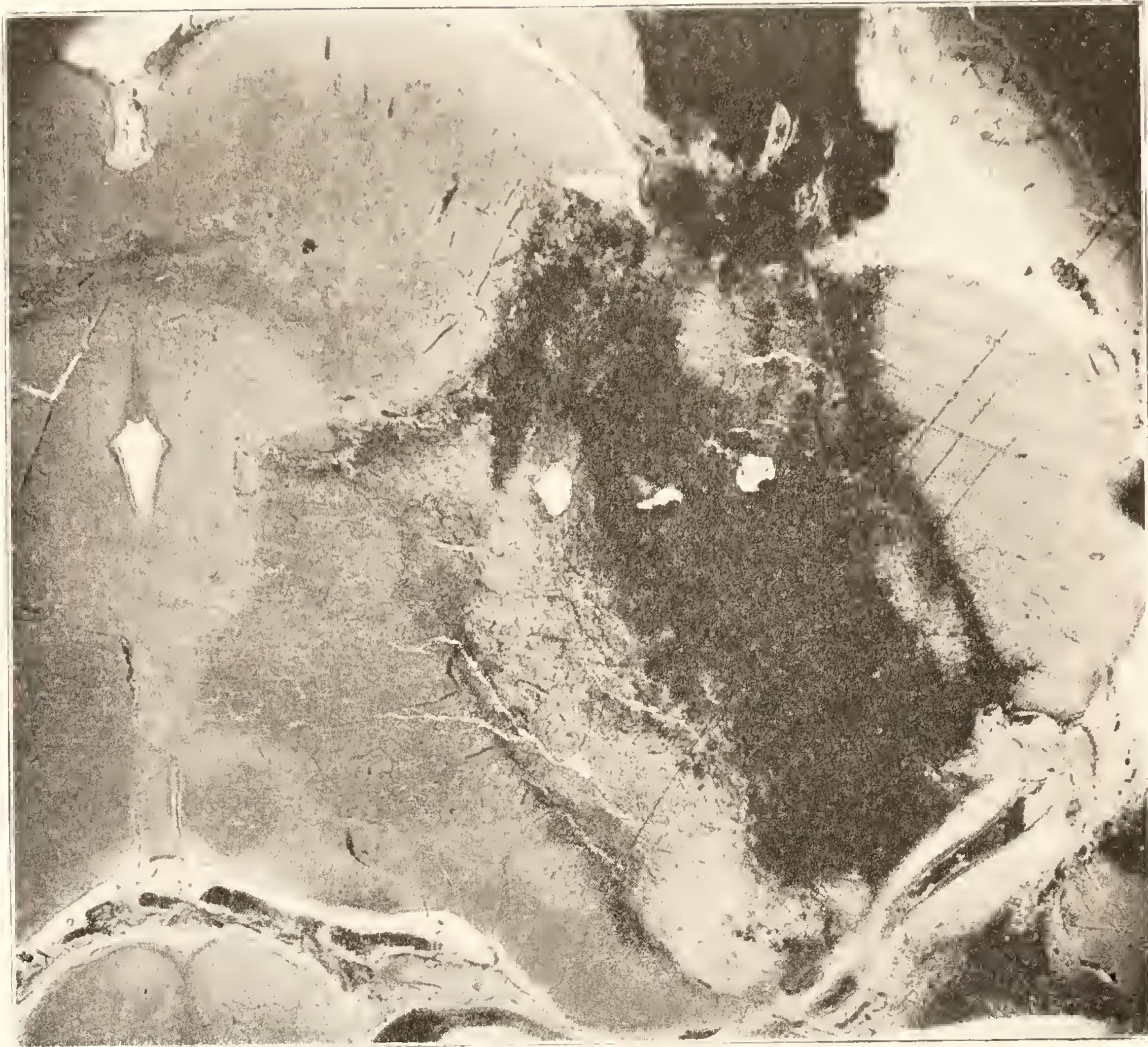


Abb. 10 *a*.

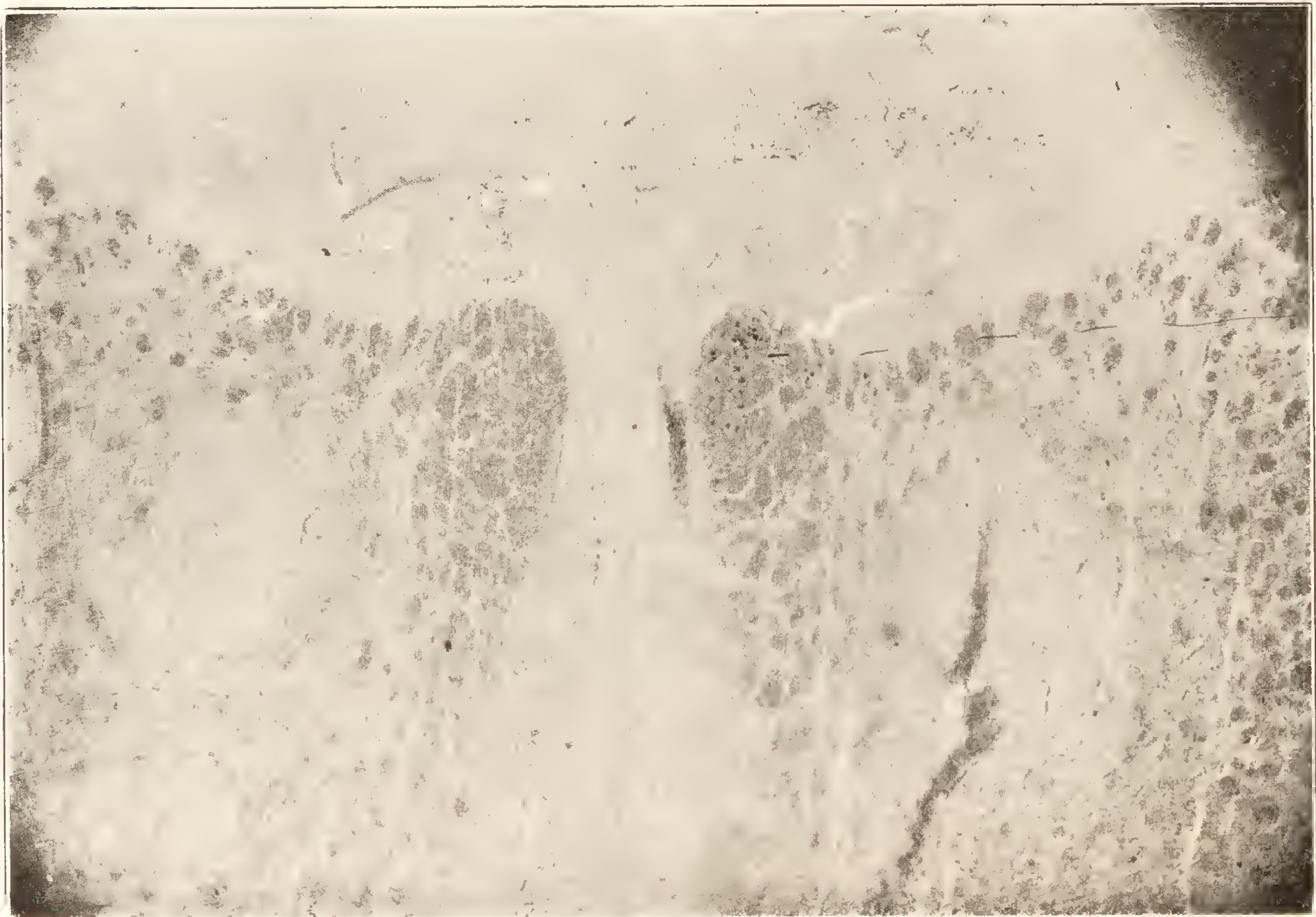


Abb. 10 *b*.

nach 1. 10. 10. Ist infolge von Ataxie und Unsicherheit der Bewegungen nicht zum Laufen zu bringen. Sitzt still. Pfoten (ntl. die hinteren) werden unsicher aufgesetzt. L. Hinterpfote wird gut aus dem Finger losgezogen; die R. Pfote gar nicht. Pupillen gleich. Conjunctival-reflex beiderseits.

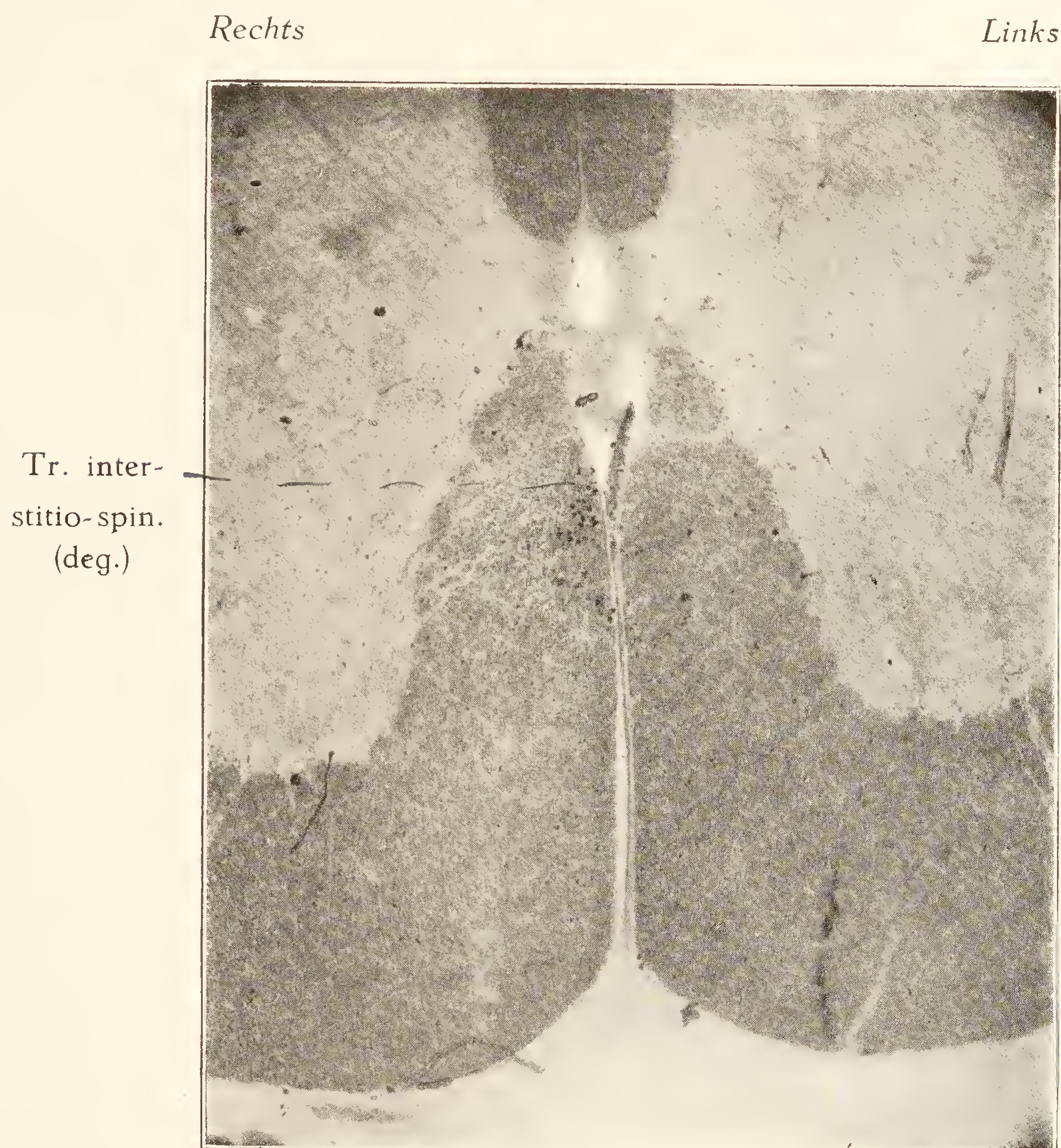


Abb. 10 c.

Abb. 11 *a, b, c.* Ausschlieszliche Verletzung des rechten Nuc. interstitialis, erkennbar an der Entartung des R.Tr. interstitio-spinalis (Abb. 11*b*) und während des Lebens an der konstanten Fallneigung nach L. Auch der mediale Kern der zentralen grauen Substanz ist getroffen; dem ist wohl die Körperstellung (Kopf nach unten) in den ersten Tagen zuzuschreiben (Vergl. S. 368). Der feinfaserige Tr. commissuro-medullaris ist ungeschädigt (Vergl. Abb. 7 *a*, S. 370. Brain 1914).

13. 9. L. Hinterpfote ist noch ataktisch (R. Schleife!). 15. 3. Getötet. MARCHI-Färbung. Autopsie: ausschlieszlich der Nuc. interstitialis ist getroffen (Abb. 10 a) und, wenn auch in geringem Grade, das zentrale Grau. Der Nuc. commissurae posterioris ist unversehrt; deshalb keine Entartung des Tractus commissuro-medullaris und keine Manegebewegung nach rechts. Die vom rechten Nuc. interstitialis abhängige Rollneigung nach links manifestierte sich in konstanter Fallneigung nach der gesunden Seite.

Diese beschränkte Läsion des einen Commissurkerns (Nuc. interstitialis) ist die Ausnahme; für gewöhnlich sind durch dieselbe Verletzung

beide Kerne in verschiedenem Grade getroffen. Bei der Katze (Brain, 1914, S. 370) war links der Tr. commissuro-medullaris, rechts der Tr. interstitio-spinalis stärker entartet; hier überwog der Effekt des letzteren, deshalb Rollbewegung nach links.

KAPITEL 10.

WEITERE ANALYSE DER ERGEBNISSE AN NIEDEREN UND HÖHEREN TIEREN.

§ 1. Plan und Ziel der Untersuchung.

Das Hauptziel der Untersuchung an Katzen war für uns die Analyse des komplizierten vestibulären Systems mit seinen auf- und absteigenden Verbindungen nach physiologischen und anatomischen Methoden. Seitdem in einer früheren Abhandlung gezeigt wurde, dasz auf eine Durchschneidung des H.L.B. einer Seite im Prinzip zwei Zwangsbewegungen (und zwar in horizontaler und frontaler Ebene) folgen, erscheint es möglich, dasz das Studium dieser Bewegungen uns auch dazu verhelfen könnte, verschiedene unsichere Einzelheiten bezüglich der DEITERS-schen Gegend und des hinteren Längsbündels aufzuklären; dies wäre um so wichtiger, als die rein anatomische Analyse dieses wichtigen Bündels eigentlich doch immer miszlang. So haben FLECHSIG, BECHTEREW, ZIEHEN und HÖSEL darauf aufmerksam gemacht, dasz einzelne Fasern in der Oblongata und im H.L.B. zuallererst die Markscheide erhalten. Die Wichtigkeit der Tatsache, dasz das H.L.B. als besonderes Bündel selbst bei den allerniedrigsten Wirbeltieren und bei allen höheren Tieren, einschlieszlich der augenlosen Säugetiere, vorhanden ist, hat man nur ungenügend begriffen. Dabei verursacht, wie schon lange bekannt, sobald bei embryonalen Rochen eine Lokomotion möglich ist, ein feiner Stich durch das H.L.B. heftige Rollbewegungen, bis der ganze Nabelstrang aufgerollt ist. Alle diese Tatsachen bestimmten uns dazu, die Erscheinung, welche nach einer lokalen Verletzung des H.L.B. beobachtet wird, als Ausgangspunkt für die Analyse zu benutzen.

Bei dieser Analyse musz der vestibuläre Kern als ein sensumotorisches Zentrum betrachtet werden, in welchem im Prinzip eine koordinierte Form von Lokomotion (in der frontalen wie in der horizontalen Ebene) mit den zugehörigen Augenbewegungen repräsentiert ist. Dank den Verbindungen dieser sensumotorische Kerne mit den in das Rückenmark absteigenden Verbindungen konnte auch das medulläre Tier (dem doch das Mittelhirn abgeschnitten wurde), bei welchem die Verbindung der sekundären und tertiären Zentren unterbrochen war, doch Zwangsbewegungen ausführen. In solchen Fällen sind nach MAGNUS und WINKLER Nackenreflexe auf

die Extremitäten noch erhalten! HINRICHS [1]) hat dies auch für den Menschen gezeigt.

Wir müssen also hier einen ersten Reflexbogen annehmen, dessen zentripetales Element in vestibulären Nervenfasern verläuft, während das zentrifugale in den verschiedenen vestibulo-spinalen Faserbündeln gelegen ist.

§ 2. *Die Zwangsbewegung in ihrer Beziehung zu den halbzirkelförmigen Kanälen.*

Wie FLOURENS [2]), SPAMER und vor allem BREUER [3]) und KUBO [4]) bewiesen habe, verursacht eine Reizung der halbzirkelförmigen Kanäle Zwangsbewegungen oder Nystagmus in der Ebene des Kanals, an dem experimentiert wurde. BREUER und KUBO meinten, dasz eine Bewegung der labyrinthären Flüssigkeit zur Ampulle hin durch Reflexwirkungen eine konjugierte Bewegung der Augäpfel in der Richtung hervorrufe, die derjenigen entgegengesetzt sei, welche durch das Strömen dieser Flüssigkeit von der Ampulle weg verursacht wird. EWALD [5]) glaubt zu bemerken, dasz jedes Labyrinth den Kopf und die Augen nach beiden Seiten richtet. Jeder Kanal würde also eine doppelte Vertretung im DEITERSschen Komplex haben. Bei der schematischen Darstellung des Resultats meiner Untersuchungen von 1914 wurde ein enger Zusammenhang zwischen dem horizontalen Kanal und dem DEITERS-Kern (pars triangularis), wie auch dem Nucleus BECHTEREWs angenommen (Abb. 11, S. 100). Andrerseits wurde eine Verbindung zwischen den vorderen vertikalen Kanälen und dem Ramus descendens des Nuc. vestibularis, wie auch dem DEITERS-Kern (pars dorsalis) vermutet (Abb. 11, S. 100). Sollte dieser Zusammenhang als anatomisch richtig befunden werden, so braucht es noch nicht zu bedeuten, dasz Zwangsbewegungen, konjugierte Deviation und Reflexnystagmus, mit Vorgängen in den — in den entsprechenden Ebenen liegenden — Kanälen zusammenfallen. Sicher ist anzunehmen, dasz die anatomischen Besonderheiten des Schädels und die gewöhnliche Fortbewegungsart der Tiere hierbei auch eine Rolle spielen. Vor allem der letztgenannte Faktor übt einen groszen Einflusz auf alle Reflexerscheinungen des vestibulären Systems aus. So führt auch schon BREUER speziell das Vorherrschen von Rollbewegungen nach Labyrinthverletzung bei den meisten Wirbeltieren darauf zurück, dasz die Bewegungsmöglichkeit dieser Tiere vor allem von den Bewegungen in der zur Längsachse senkrecht stehenden Ebene abhängig ist. BIACH und

---

[1]) HINRICHS: Nervenheilk., Bd. 127, 1932, S. 94. Die ungewöhnliche Deutlichkeit der Stellreflexe bei H.'s Patienten gegenüber anderen Fällen mit Kontinuitätstrennung beider H.L.B., wäre z.T. auf die Benommenheit der Kranken resp. die zugleich bestehende Schädigung beider Pallida zurückzuführen.

[2]) FLOURENS: Recherches expérimentales sur le système nerveux. Paris 1842, S. 15.

[3]) BREUER: Pflügers Archiv, Bd. 48, 1891, S. 195.

[4]) KUBO: Pflügers Archiv, Bd. 114, 1906, S. 143, Bd. 115, 1906, S. 457.

[5]) EWALD: Arch. f. Psych., Bd. 47, 1910, S. 953.

Bauer [1]) gelangten auf Grund ihrer Versuche und derjenigen Marburgs und Bings über die Funktion der aufsteigenden spino-cerebellaren Bündel zur gleichen Schluszfolgerung. Bei meiner schematischen Vorstellung wurden die Otolithen weggelassen, welche nach Breuer, Kreidl und Kubo in den Beobachtungen mit der Empfindung der linearen Bewegungen verbunden sind, ebenso wie die halbzirkelförmigen Kanäle mit der Perception der angulären Bewegungen. Jedenfalls sind die Funktionen beider Organe, Bogengänge und Otolithen, eng miteinander verknüpft. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dasz kaum eine Bewegung des Kopfes mit der Reizung blosz eines einzigen halbzirkelförmigen Kanals verbunden ist (Ewald).

§ 3. Charakter und Mechanismus der Zwangsbewegungen bei höheren und niedrigeren Tieren.

Wenn auch schon bei der anatomischen und physiologischen Analyse des H.L.B. ein Vergleich zwischen den beiden Formen von Zwangsbewegung (in der horizontalen und frontalen Ebene) gezogen wurde, so musz doch stets daran erinnert werden, dasz vom physiologischen Standpunkt aus der Charakter dieser beiden Bewegungen grundverschieden ist. Die voll entwickelten Rollbewegungen sind meistens durch eine besondere Heftigkeit gekennzeichnet, während die Zirkusbewegungen viel ruhiger sind und eher einen gemütlichen Charakter tragen. Wenn beide Bewegungen bei einer Verletzung der Medulla oblongata vorhanden sind, so fallen naturgemäsz die Rollbewegungen viel stärker auf. Eigentlich kann man nur, wenn diese letztere Bewegungen zum guten Teil kompensiert sind, eine Neigung, nach einer Seite zu gehen, oder eine Manegebewegung wahrnehmen.

Falls aber beide Zwangsbewegungsformen nach einer thalamischen oder striären Verletzung bestehen, sind in der Regel die Manegebewegungen stärker ausgeprägt und die Rollbewegungen nur angedeutet (seitliche Fallneigung).

Meistens wird indessen im Falle einer halbseitigen Verletzung des Hirnstamms eine Manegebewegung nach der einen Seite von einer Rollbewegung nach der anderen begleitet (Abb. 12 a, S. 101) [2]) als Folge der eigenartigen gemeinschaftlichen Lage von auf- und absteigenden vestibulären Bündeln im gleichen Areal des H.L.B. (Von dieser Regel gibt es jedoch Ausnahmen, die dann in der besonderen Lage der Verletzung begründet sind.) Aus diesem wie auch aus anderen Gründen, kann Brown-Séquards und Prévosts Lehre von der Identität beider Typen von Zwangsbewegung nicht mehr aufrecht erhalten werden. Diese Theorie hatte bis vor kurzem viele Vertreter unter den Physiologen. In physiologischer Hinsicht stimmen beide Formen von

[1]) Biach und Bauer: Obersteiners Arbeiten, Bd. 19, 1911, S. 56.

[2]) U.a. der rezente Fall Tereneckys, Zimmermanns und Cernysows (Zentr. bl. f. d. g. Neur. Bd. 50, 1928).

Zwangsbewegung in mehreren Punkten überein. Wie GOLTZ bewiesen hat, ist bei Fröschen nach doppelseitiger Durchschneidung des Hirnstamms der caudale Gehirnteil, der mit dem vestibulären Apparat noch in Verbindung steht, wohl imstande, das Gleichgewicht in der frontalen und horizontalen Ebene zu erhalten. Wenn man das Tier auf die Seite gelegt hat, dreht es sich in seine normale Stellung zurück, wobei es eine Rollbewegung ausführt. Dies ist später viel ausführlicher von MAGNUS und DE KLEYN untersucht worden; dabei bewiesen sie, dasz das Cerebellum für das Zustandekommen dieses einfachen Reflexes entbehrlich ist.

Aus diesen Versuchen ergibt sich, dasz die Erhaltung des Gleichgewichts in der frontalen und horizontalen Ebene und die Stellreflexe beim Frosch prinzipiell im peripheren Reflexbogen (zirkelförmigen Kanälen, N. vestibularis und seinen Kernen und den vom DEITERS-Komplex ins Rückenmark absteigenden Fasern) lokalisiert sind und deshalb der vestibuläre Kern in gewissem Grade eine Autonomie besitzt. Gewisse Beobachtungen am Menschen (HINRICHS) sind damit in Übereinstimmung Bezüglich der höheren Tiere wurde zuerst bewiesen, dasz auszer diesem *peripheren* Reflexbogen auch ein *mesencephaler* Reflexbogen durch Vermittlung des H.L.B. zustande kommt; heute kann das Bestehen eines gleichen Mechanismus auch bei niedrigeren Tieren nicht mehr angezweifelt werden. Wichtig ist es jedoch, hier zu bemerken, dasz, falls man *Kaltblütern* — dabei von der Oblongata zum Thalamus aufsteigend — am Hirnstamm halbseitige Verletzungen beibringt, die Richtung der Zwangsbewegung sich nicht, wie es bei den höheren Tieren der Fall ist, ändert, falls die Verletzung oral von der Commissura posterior angebracht wird. Die Tatsache jedoch, dasz bei Goldfischen und Haifischen die Commissurkerne wohl eigene Verbindungen mit dem primitiven Striatum besitzen, weist darauf hin, dasz im Prinzip die Anlage identisch ist. Bezüglich der höheren Tiere musz darauf hingewiesen werden, dasz beide peripheren Reflexzentren (für beide Typen von Zwangsbewegungen) mit vestibulo-spinalen Fasern versehen sind, dasz diese jedoch in einem Fall zahlreicher und wichtiger als im anderen sein müssen. Wie wir sahen, steigen die Achsenzylinderfortsätze vom DEITERS-Kern, ebenso auch die vom Nucleus interstitialis bis tief in die sacrale Gegend herab. Andererseits sahen wir, dasz die von dem Nuc. commissurae posterioris absteigenden Fasern selten weiter als bis in die cervicale Gegend kommen.[1]) Wenn wir alle diese Unterschiede im Auge behalten und BREUERs Meinung, dasz das Gleichgewicht in der zur Längenachse des Tieres senkrechten Ebene bei Vierfüszlern auszergewöhnlich wichtig sei und daher jeden Augenblick einer Nachhilfe bedürfe, beachten — dann erscheinen verschiedene Eigen-

---

[1]) Auch hier ist es von Interesse, die Aufmerksamkeit darauf zu lenken, dasz nach MAGNUS und DE KLEYN eine **Rotation** des Kopfes reflektorisch die Innervation der Extremitäten und mithin (d.h. Bewegung in der **frontalen** Ebene) auch die Stellung dieser Teile beeinflusse. Die laterale Deviation des Kopfes in der **horizontalen** Ebene desselben Tieres habe **keinen** Einflusz darauf.

artigkeiten der Zwangsbewegungen in einem neuen Licht (vergl. auch den Nucl. interstitialis bei diesen Tieren, S. 104 unten, S. 363). Dasz z.B. echte Rollbewegungen niemals nach Verletzung der Hirnrinde beobachtet werden, dient zur Bestärkung von JACKSONs Ansicht vom Cerebellum als Teil eines unabhängig von den Pyramidenbahnen im Mittelhirn lokalisierten Verstärkungsorgans für die Funktion des Stehens und Laufens.

PRUS [1]) bewies durch seine Versuche an Katzen, dasz koordinierte Laufbewegungen, die durch Reizung des Nuc. lentiformis striati hervorgerufen wurden, von einer Durchschneidung des Pyramidenbündels nicht beeinfluszt werden.

Weitere Versuche von MINGAZZINI, PROBST [2]), KARPLUS, J. H. LÖWY und von mir erbrachten alle den Beweis, dasz die pyramidalen Bündel wenig oder gar nichts mit der Lokomotion, weder bei den Vierfüszlern, noch bei den anderen höheren Wirbeltieren zu tun haben; ebensowenig mit den Augenbewegungen.[3])

Auch THOMAS [4]) und vor allem CAJAL [5]) haben darauf hingewiesen, dasz die Reflexmechanismen, die unmittelbar kompensatorische Bewegungen hervorrufen, d.h. die Erhaltung des Gleichgewichts bei jeder willkürlichen Bewegung, hauptsächlich auf den vestibulären Reflexbahnen, die wir besprochen haben, beruhen; die Rolle, welche das Cerebellum dabei spielt, ist unsicher. Man kann höchstens einen verstärkenden Einflusz dieses Organs auf diese Reflexmechanismen annehmen.[6])

§ 4. *Zwangsbewegungen nach Verletzung des* DEITERS-*Komplexes und dessen aufsteigenden Verbindungen.*

Als Ergebnis der Versuche an verschiedenen Teilen des DEITERS-Komplexes an Katzen kommen wir für die Lokomotion in der *horizontalen* Ebene zu folgenden Schluszfolgerungen:

1. Manegebewegungen nach *der Seite der Läsion* beobachtet man nach Verletzung des Hauptteils des DEITERS-Kerns und nach Vernichtung des gekreuzten vestibulo-mesencephalen Bündels, das in diesem Kern entsteht.

2. Die Manegebewegung und die konjugierte Deviation von Kopf und Augen nach der *gesunden Seite* scheint eine Folge der Verletzung des BECHTEREW-Kerns und des homo-lateralen mesencephalen Bündels, das aus diesem Kern entspringt, zu sein. Die besondere Identität dieses Bündels

---

[1]) PRUS: Wiener Klin. Wochenschr., XI, 1898, S. 857.

[2]) PROBST: Jahrb. f. Psych., Bd. 20, 1901, S. 41, ibid., Bd. 23, 1903, S. 63.

[3]) Nederl. Tijdschr. v. Geneeskunde, 1928, II, Neurol. Vereeniging, 7-7-1928, und Rassegna internationale clinica, 1928, No. 8.

[4]) THOMAS: Rev. Neur., XI, 1903, S. 95.

[5]) CAJAL: „Travaux du Laboratoire de Recherches biologiques de Madrid, VI, 1908, S. 145 und „Histologie du Système nerveux", 1911, II, S. 267.

[6]) Seit dieses 1914 geschrieben wurde, haben MAGNUS und DE KLEYN bewiesen, dasz nach Cerebellumausschaltung die vestibulären Reflexe in der horizontalen und frontalen Ebene nach wie vor bestehen.

kann noch nicht mit der gleichen Sicherheit, wie die des gekreuzten vestibulo-mesencephalen Bündels, festgestellt werden.

In physiologischer Hinsicht scheint also ein funktioneller Unterschied zwischen diesen Kernen und deren auf- und absteigenden Verbindungen und anderen Kernabschnitten zu bestehen.

3. Die Rollbewegungen (in der frontalen Ebene) werden ebenfalls bedingt durch Verletzung des Nuc. vestibularis und des DEITERS-Komplexes und der zu der hinteren Kommissur aufsteigenden Bündel.

Rollbewegungen nach der *Seite der Verwundung* ev. rotatorischen Nystagmus beobachtet man nach Verletzung des Nuc. triangularis und der des lateralen Horns des H.L.B. auf derselben Seite, d.i. des Tr. vestibulo-tegmentalis- lateralis, der in diesem Kern entsteht.

4. Rollbewegungen nach der *gesunden Seite* hin scheinen nach Verletzung des *Ramus descendens* des vestibulären Kerns zu entstehen und in manchen Fällen auch nach Verletzung des medialen Teils des H.L.B. derselben Seite. Dieses Bündel könnte man, falls man seine gesonderte Existenz beweisen könnte, Tractus vestibulo-tegmentalis medialis benennen.

Die früher besprochenen anatomischen und physiologischen Tatsachen und Betrachtungen weisen anscheinend darauf hin, dasz die Zwangsbewegungen in der horizontalen und in der frontalen Ebene auf jeder Seite eine *doppelte* Repräsentation im vestibulären Komplex finden. (Ausführliche Belege hierzu Brain 1914, S. 376).

Praktisch wichtig ist es zu wissen, dasz bei allen darauf untersuchten Versuchstieren [1]) *ein Eingriff in den peripheren Apparat des Labyrinths der rechten Seite* (SS. 27 und 75), *in den N. vestibularis* (S. 77) *und in den vestibulären Kernkomplex der Oblongata* (SS. 27 und 67) *Rollbewegung und Manegebewegung nach rechts zur Folge hat; ev. rotatorischen* (MAGENDIE-HERTWIG) *und horizontalen Nystagmus, langsamer Ruck nach der kranken Seite* (vergl. SS. 83, 445, 451).

§ 5. *Lokalisation von Bündeln in der H.L.B.-Formation*

Auf Abbildung 11 bringe ich die Lageverhältnisse der wenigstens sechs Bündel, welche im H.L.B.-Komplex bestehen, und von welchen die Zwangsbewegungen in horizontaler und frontaler Ebene kontrolliert werden, zur Darstellung. Im innersten Segment des Längsbündels liegt der feinfaserige Tractus commissuro-medullaris sowie der dickfaserige Tr. interstitio-spinalis, beide absteigend. Der Rest der H.L.B.-Formation besteht aus-

---

[1]) GROEBBELS' entsprechende Beobachtungen führen für die Vögel zu ähnlichen Schlüssen (loc. cit., S. 49). Weil die Tauben nach Verletzung der Kleinhirnkerne nicht fliegen können, sieht G. dieselben für den vestibulären Kernen übergeordnete Zentren an; zu welcher Annahme die Versuche an Katzen keinen Anlasz geben (S. 123). Übergeordnete Kerne (für die drei Formen von Zwangsbewegung) kennen wir nur in den Kernen der hinteren Commissur (Abb. 11). G. erkennt die Existenz von Kleinhirnfasern im H.L.B., was ich weder für die Taube noch für die Katze bestätigen kann.

schlieszlich aus zentripetalen Bündeln, die hauptsächlich aus dem Deiters-

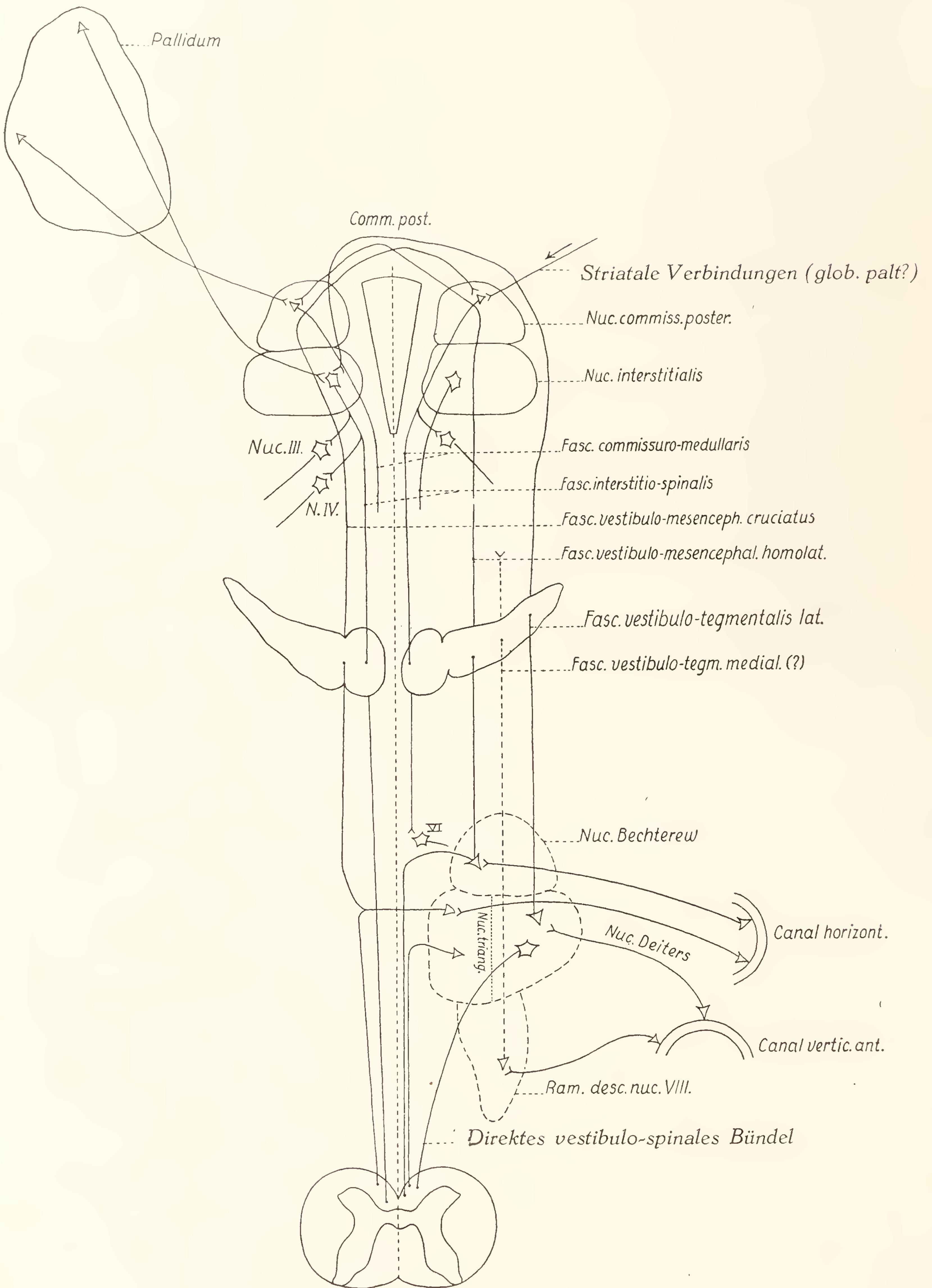


Abb. 11. Schematische Vorstellung der Bahnen und Zentren für die Lokomotion und die Oculomotion in der horizontalen und frontalen Ebene, welche in diesem Abschnitt besprochen wurden. Über die collaterale Verbindung beider Nuc. commissurae posterioris siehe S. 401.

Komplex aufsteigen. Die *auf*steigenden Fasern sind im H.L.B. auf folgende Art und Weise von innen nach auszen angeordnet: zuerst treffen



Abb. 12 *a*.

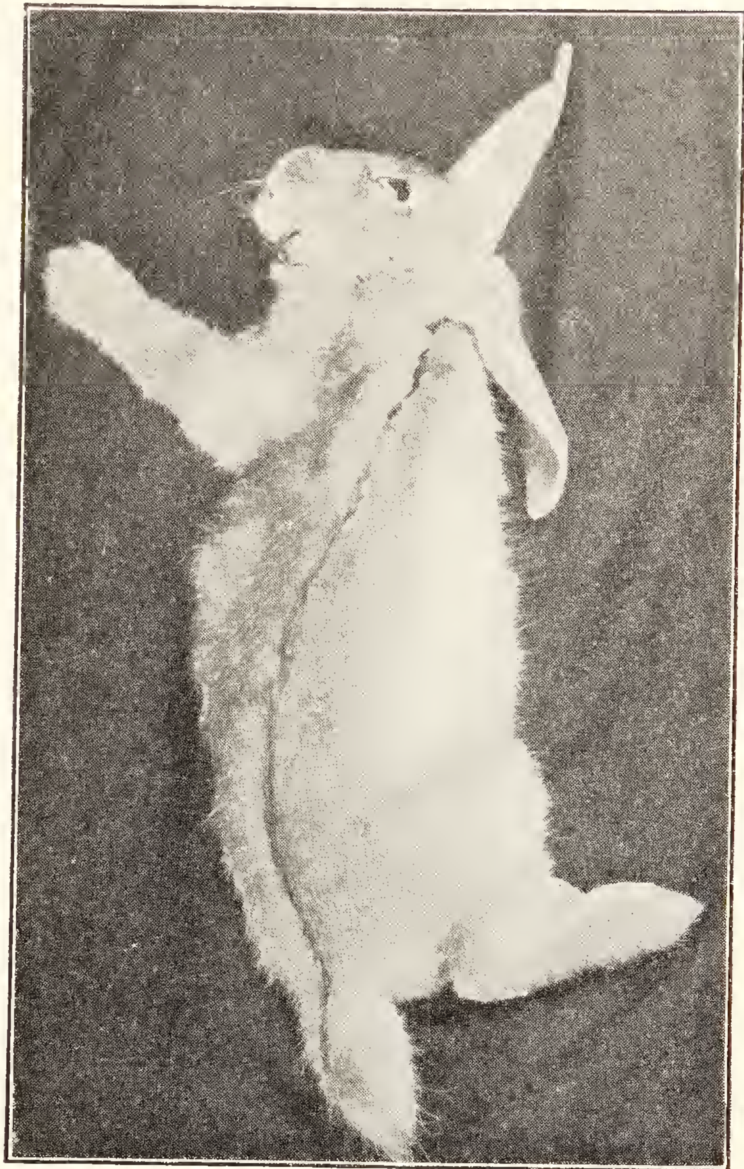


Abb. 12 *b*.

Abb. 12 *a*. Katze, mit konjugierter Deviation von Kopf und Augen (in der horizontalen Ebene) und einer gewissen Neigung sich nach rechts zu rollen (in der frontalen Ebene), weshalb Seitenlage auf der rechten Körperhälfte.

Abb. 12 *b*. Kaninchen in reiner Rollstellung nach rechts, rechtes Auge nach unten, linkes Auge nach oben, Kopf in r. Seitenlage.

wir das gekreuzte Bündel, das aus dem Hauptteil des DEITERS-Kerns aufsteigt; dann folgt das homolaterale vestibulo-mesencephale aus dem BECHTEREW-Kern aufsteigende Bündel. Der Tr. vestibulo-tegmentalis lateralis, mutmaszlich aus dem Nuc. triangularis aufsteigend, befindet sich in der lateralen Spitze des H.L.B., während ein Tr. vestibulo-tegmentalis medialis, der wahrscheinlich aus dem Ramus descendens entsteht, vermutlich medial von dieser Stelle liegt.

Man kann also sagen, dasz sämtliche zentrifugalen Fasern bei Katzen und Kaninchen am *innern* Rand des H.L.B. liegen. Darauf folgen die *gekreuzten* und dann die *homo-lateralen* aufsteigenden Bahnen. Die grosze Masse der Fasern im H.L.B., oral vom vestibulären Komplex, ist also aus Bündeln zusammengesetzt, welche zentripetale vestibuläre Impulse zu den beiden Mittelhirnkernen hinführen, deren Funktion wir aus den Zwangsbewegungen, die nach ihrer Verletzung auftreten, erkennen können. Da wir in den absteigenden Bündeln des H.L.B. das

zentrifugale Element für den Lokomotionsreflex in gewissen Ebenen zu sehen haben, so verdient die Annahme von SPITZER [1]), CAJAL, KOHNSTAMM [2]), HOGYIES, MARINA [3]) und anderen, dasz das H.L.B. das Orientierungsbündel im Besonderen sei, und dasz es den "final common path" für die Lokomotion enthalte, unsere volle Aufmerksamkeit.

Zweifellos spielen auszer vestibulären Impulsen auch spinale und vor allem cervicale, optische und akustische Impulse dabei eine Rolle. Wenn auch die Forschungen von WALLENBERG, FRASER [4]), PROBST und KOHNSTAMM keinen vollständigen anatomischen Beweis dafür geliefert haben, so können uns auch die Untersuchungen von MAGNUS und DE KLEYN in dieser Annahme bestärken.

Betrachtet man das Resultat von Verletzungen der H.L.B.-Formation vom vestibulären Komplex bis zur hinteren Commissur vom physiologischen Standpunkt aus, so sind zwei Tatsachen festzustellen. Erstens: Die Zwangsbewegungen (Roll- und Manegebewegung), die bei Verletzung des N. vestibularis und der Vestibulariskerne heftiger Art sind, tragen einen ruhigeren Charakter nach Verletzung des H.L.B. und sind noch gemäszigter bei Verletzung der Commissurkerne und ihrer oralen Verbindungen. Es scheint, als ob mit jedem höheren Neuron die Kompensationsmöglichkeiten sich vermehren, so dasz in der Regel bei höher gelegenen Verletzungen auszer der Stärke auch die Dauer dieser Zwangsbewegungen geringer wird, so dasz sie anstelle von Wochen einige Tage anhalten. Auch das Verhältnis dieser beiden Zwangsbewegungen zueinander ändert sich, je nachdem die Verletzung mehr oder weniger oral gesetzt ist. Während bei Verletzung des N. vestibularis die Rollbewegungen die Manegebewegungen vollkommen überdecken, tritt letztere Bewegung bei höher gelegenen Verletzungen immer mehr in den Vordergrund.

Zweitens: Wenn man höheren Tieren (Mammaliern, Vögeln) eine Serie halbseitiger Verletzungen von unten nach oben fortschreitend beibringt, so ändert sich plötzlich die Richtung beider Zwangsbewegungen, sobald man die Gegend der hinteren Commissur erreicht hat. Bei den niedrigeren Tieren (Fischen, Reptilien) fehlen übrigens, wie wir sahen, ausgesprochene Zwangsbewegungen oral von dieser Commissur.

Die Untersuchung an Tauben und Goldfischen zeigt, dasz dieser Unterschied die Folge einer ungenügenden Entwicklung des Corpus striatum bei den kaltblütigen Tieren ist. Auch bei beiden erwähnten Tiergattungen kreuzt vermutlich die Mehrheit der aufsteigenden vestibulären Fasern vom H.L.B. in der Commissura posterior, aber nur bei höheren Tieren sind die Commissurkerne durch zahlreiche Bündel mit dem Globus pallidus verbunden. Dies ist der Fall bei Vögeln und Säugetieren. Die Reptilien nehmen anscheinend hier eine Mittelstellung ein. Nach Entnahme einer cerebralen Hemisphäre treten bei ihnen jedoch keine Zirkusbewegungen nach der kranken Seite hin auf. Man kann jedoch durch faradische Reizung des Corpus striatum (BAGLEY) bei Reptilien

---

[1]) SPITZER—OBERSTEINERs Arbeiten VI, 1899, S. 38.

[2]) KOHNSTAMM: Monatschr. f. Psych., Bd. 27, 1908, S. 261.

[3]) MARINA: Nervenheilk., Bd. 44, 1912, S. 138.

[4]) FRASER: Journal of Physiol., XXVII, 1901—02, S. 372.

ebenso wie bei höheren Tieren die konjugierte Deviation von Kopf und Augen nach der anderen Seite hervorrufen. Es würde also die ungenügende Entwicklung der prosencephalen Innervation der commissuralen Kerne den Unterschied der Verhältnisse bei höheren und niedrigeren Tieren erklären.

Schon SCHIFF[1]) und MAGENDIE zeigten, dasz die Richtung der Zwangsbewegung nach Hemisektion des Hirnstammes plötzlich in der Nähe der hinteren Commissur die entgegengesetzte wird; bis auf weiteres bin ich der Meinung, dasz die Kreuzung der aufsteigenden vestibulären Bündel im H.L.B. (wie in meinem Schema angenommen) hierbei die Hauptrolle spielt.

§ 6. *Zwangsbewegungen nach Verletzung im Mittelhirn und Thalamus und Globus pallidus; der superponierte Reflexbogen und die auf- und absteigenden Verbindungen. Reizungsversuche.*

Bezüglich der Zusammenstellung des H.L.B. wurden in den früheren Kapiteln Tatsachen angeführt, welche die Auffassung früherer Forscher (dasz dieses Bündel sowohl zentrifugale wie zentripetale Fasern enthalte) stützen, und es wurden weitere Argumente dafür beigebracht, dasz diese Bündel das Bewegungsgleichgewicht und die Lokomotionsreflexe und damit die Augenbewegungen in zwei Ebenen beherrschen.

Es wird immer wahrscheinlicher, dasz das *commissuro-medulläre* Bündel Träger des zentrifugalen Elements des Reflexmechanismus ist, der für die *Manege*bewegung und die *konjugierte Deviation* in der horizontalen Ebene maszgebend ist, während das *interstitio-spinale Bündel* als das zentrifugale Element der *Rollbewegungen* und der MAGENDIE-HERTWIG-schen *Schiel*stellung der Augen zu betrachten ist.

In der Diskussion über die anatomische Seite dieses Themas, die zwischen CAJAL und DE LANGE bezüglich der mesencephalen absteigenden Bündel im H.L.B. geführt wurde, müssen gewisse Angaben *beider* Autoren für richtig gehalten werden. CAJAL z.B. beschrieb ein Faserbündel, das vom Nuc. interstitialis im medialen Teil des H.L.B. caudalwärts verläuft. DE LANGE beschrieb ein gleiches Bündel von absteigenden Fasern im selben Teil des H.L.B., zeigte jedoch, dasz dieses Bündel in oder in der Nähe der hinteren Commissur entsteht.

Wie hier ausgeführt, haben wir es hier mit zwei verschiedenen Bündeln zu tun, von denen jedes seinen besondern Ursprung und sein besondres Ende hat; die (dickern) Fasern des interstitialen Kerns gehen tief bis ins Rückenmark herunter, während diejenigen aus dem Kern der hinteren Commissur nicht weiter als bis zur Halsgegend kommen. Es wurden Beweise dafür angeführt, dasz diese beiden Bündel verschiedene Funktionen haben. Aus der Prüfung der Folgen von Verletzungen des Hypothalamus und des Mittelhirns ergab sich, dasz lange anhaltende Zwangsbewegungen vor allem dann auftraten, wenn die Verletzung den Nuc. interstitialis und den Kern der hinteren Commissur getroffen hatte. In diesen Fällen wurden die erwähnten absteigenden Bündel, d.h. Tr. interstitio-spinalis (Abb. 10 b und c, S. 92) und Tr. commissuro-medullaris im H.L.B. degeneriert gefunden.

[1]) SCHIFF: Arch. des Sc. phys. et natur. Genf 1891, Bd. 25, S. 194.

Diese Auffassungen, welche auf zahlreichen Versuchen mit nachfolgender Osmiumfärbung beruhen, erhielten eine wichtige Stütze durch WALLENBERGs Befunde über die Verbindungen der in dem H.L.B. absteigenden Fasern bei der Taube. Danach besitzt der Tractus commissuro-medullaris Verbindungen mit dem Nuc. abducens, was vollkommen mit seiner Funktion bei der seitlichen Bewegung in der horizontalen Ebene übereinstimmt. Beim Tract. interstitio-spinalis dagegen fand WALLENBERG Verbindungen mit dem Trochleariskern, was ebenfalls mit der in vorliegendem Werk vorgebrachten Auffassung von der Funktion des Tr. interstitio-spinalis in Übereinstimmung ist.

Bei Kenntnis der obenerwähnten Tatsachen wird man heute zu einer anderen Folgerung als BOYCE kommen, der 1894 nach einer Diskussion über die Zwangsstellung nach verschiedenen Verletzungen bemerkte, dasz ein Versuch einer anatomischen Lokalisation dieser Bewegungen verfrüht sei. PROBSTs ähnliche Äuszerung stammt aus dem Jahre 1900. Wie mir scheint, hat die Anatomie der Gehirnbahnen in den späteren Jahren solche Fortschritte gemacht, dasz man jetzt mehr Einzelheiten über die anatomische Struktur sowohl der peripheren als der superponierten Reflexbögen feststellen kann. Zwei periphere Reflexbögen, je einer auf einer Seite, haben mit den kompensatorischen Bewegungen je in der horizontalen und frontalen Ebene zu tun. Diese Reflexbögen schlieszen sich an die aus einem bestimmten Bogengang kommenden peripheren Vestibularis-Elemente an, die ihre Reize zu einem bestimmten Teil des Vestibulariskern weiterleiten. Aus diesem Kern entspringen absteigende Bahnen zum Rückenmark, sowie Verbindungen mit dem 6. Gehirnnerv. Die Funktion des peripheren Reflexbogens ist auszerdem vom superponierten Reflex abhängig. Wir haben verschiedene Bahnen als aufsteigende im H.L.B. verlaufende Verbindungen der Vestibulariskerne erkannt. Teils kreuzen diese Bündel unmittelbar in der vestibulären Gegend, teils in der Commissura posterior, teils an beiden Stellen, um in den Commissurkernen zu enden. Aus diesen Commissurkernen verläuft je ein zentrifugales Bündel sowohl zur Oblongata, als auch zu den Augenmuskelkernen. Der superponierte Reflexbogen ist so konstruiert, dasz bei einer Serie halbseitiger Durchschneidungen des Hirnstammes (Durchschneidung des H.L.B. einer Seite genügt übrigens) die Richtung beider Zwangsbewegungen sich umkehrt, sobald der Schnitt den mesencephalen Kern, d.h. den betreffenden Commissurkern trifft. Wir kamen zu diesen Resultaten durch die kombinierte anatomisch-physiologische Methode. Nun ist die Frage, ob wir schon durch variierte Verletzungen genau den Verlauf und das Ende der verschiedenen sekundären aufsteigenden vestibulären Fasern feststellen können. Es musz zugegeben werden, dasz die gegenwärtigen Färbungsmittel für die Markscheiden und vor allem für die marklosen Fasern es uns noch nicht ermöglichen, den vestibulären superponierten Reflexbogen Schritt für Schritt zu verfolgen, jedenfalls nicht bei den aufsteigenden Bündeln. Auf der schematischen Zeichnung (Abb. 11, S. 100) sieht man das vestibulo-mesencephale Bündel, das die Manegebewegungen beherrscht, nach der Kreuzung in der Commissur in dem Kern der hinteren Commissur enden. Diese Annahme hat ihre Gründe; folgt doch

sowohl auf die Sektion des aufsteigenden Bündels, als auch auf Verletzung des erwähnten Kerns eine identische Manegebewegung, blosz infolge der Kreuzung in verschiedener Richtung. Bezüglich des vestibulo-tegmentalen Bündels, des homolateral aufsteigenden Bündels, auf dessen Verletzung eine Rollbewegung (nach der Seite der Verwundung) folgt, ist anzunehmen, dasz es im gekreuzten Nuc. interstitialis, nach dessen Verletzung ebenfalls eine Rollbewegung (nach der gesunden Seite) auftritt, endet. Diese Bündel in der Commissura posterior zu verfolgen, wird vielleicht immer ein frommer Wunsch bleiben. Die grosze Schwierigkeit ist eben, dasz die Marchi-Methode nur für das Aufzeigen von Fasern, die Mark enthalten, von Nutzen ist; und bekanntlich verlieren die sekundären vestibulären Fasern, je mehr sie sich der hinteren Commissur nähern, ihre Markscheide.[1])

Für die anatomische Beschreibung der mesencephalen Kerne selbst musz ich auf die Schrift von RAMON Y CAJAL [2]) und das Werk von DEJERINE [3]) und CASTALDI [4]) verweisen, nach denen diese Ganglien zur zentralen grauen Substanz gehören. Bei meinen eigenen Beobachtungen glaube ich, bei Selachiern die typischen groszen Zellen des Nuc. interstitialis feststellen zu können, welche dort jedoch in einem groszen Areal gelegen sind; der Nuc. der hinteren Commissur ist auch bei den Teleostiern kleiner und wird von kleineren Zellen gebildet. Nach anderen Befunden, wie beim Orthagoriscus und bei anderen Knochenfischen, scheint es, dasz bei diesen niedrigeren Formen noch keine lokale Differenzierung der Commissurkerne zustande gekommen ist. Man sieht dort einen groszen Kern

---

[1]) Eine ganz andere Darstellung der Verhältnisse findet man bei WHITAKER und ALEXANDER (Jrb. f. Psych., Bd. 44, 1932) nach welchen die Mehrheit der sekundären vestibulären Fasern im Roten Kern endigen! Wenn auch alle Vorgänger (PROBST, V. GEHUCHTEN, WALLENBERG, MUSKENS, PAPEZ usw.) die Endigung dieser Fasern in der Rotkernkapsel vielleicht unterschätzten, so musz doch die Bemerkung gemacht werden, dasz Ausgangspunkt jener Autoren die Lehre WEEDs, MAGNUS', RADEMAKERs war, nach welcher der Rote Kern als Hauptkern für die Stellreflexe fungiere — eine Lehre, welche durch die Arbeiten MUSSENs, RANSONs und HINSEYs und die meinige als überholt gelten musz. Diejenigen, die viel mit Osmiumfärbung bei verschiedenen Tierklassen arbeiteten, haben immer mit Recht vor der Überschätzung der einzelnen Versuche gewarnt, besonders dort, wo, — wie im Falle des Hundes der Autoren — so ausgedehnte Verletzungen bestanden. Sie übersahen gänzlich das Verschwinden der H.L.B.-Fasern in der hinteren Commissur (Siehe S. 403).

Dessenungeachtet haben die genannten Autoren wichtige Beiträge geliefert durch ihre nähere Beschreibung der Tr. dorso-olivaris (BRUCE, SÖLDER, MARBURG, ECONOMO), S. 355, ihren Nachweis des Anteils des Nucl. Bechterew an diesem Bündel und am Tr. vestibulo-spinalis und durch ihre Mitteilungen über die Endigung sekundärer vestibulärer Fasern im Grau unter der hinteren Commissur. Die von HERRICKs Schule (STOKES, TSAI) beschriebenen Anteile des H.L.B. aus dem trigeminalen Lemniscus und Nuc. lemnisci lateralis (Opossum) konnten bis jetzt mittels der Osmiummethode nicht bestätigt werden.

[2]) S. R. CAJAL: Histologie du Système Nerveux, 1911, T. II, S. 267.

[3]) DEJERINE: Anatomie des centres nerveux, Paris 1901, II, S. 405.

[4]) CASTALDI: Arch. Ital. de Anat. e. d. Embr., 1924, XXI, Firenze.

(eminentia mesencephalica), aus welchem vermutlich alle absteigenden H.L.B.-Fasern entspringen. Möglich, dasz die anatomische Analyse dieser Gegend bei Teleostiern, wie BRICKNER es versuchte, auch eine weitere anatomisch-physiologische Analyse vorbereitet.

Ohne alle die Reizungsversuche des Mittelhirns, die mit groszem Eifer am Ende des vorigen Jahrhunderts betrieben wurden, zu erwähnen, wollen wir uns damit begnügen, darauf hinzuweisen, dasz die damalige ungenügende Kenntnis der Anatomie dieser Gegend jene sämtlichen Versuche in gewissen Masze zum Miszerfolg verurteilte. Desungeachtet wird derjenige, der sich die Mühe macht, ADAMUKs, TOPOLANSKIs [1]) und BERNHEIMERs Befunde von unserem jetzigen Standpunkt aufs neue zu studieren, die erfreulichste Bestätigung der neueren Gesichtspunkte erhalten. Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dasz diese Autoren, wenn sie Aufhören aller koordinierten Augenbewegungen nach Vernichtung der Stelle „im Niveau der III-Kerne, unmittelbar vor ihm" feststellen, es mit unsrem Nuc. commissurae posterioris, Nuc. interstitialis und mit den sonstigen Kernen der zentralen grauen Substanz (vergl. S. 368) zu tun hatten. Dasz die Analyse der Erscheinungen, welche bei Reizung dieser Gegend auftreten, eine schwierige ist und damals wohl gänzlich unlösbar war, ergibt sich schon aus der nicht zu vermeidenden Mischung der so verschiedenen Reizungseffekte dieser beiden Kerne. Aber auch die Reizung der diversen Abschnitte der hinteren Commissur, der zentralen grauen Substanz, der pallidalen und striären Verbindungen, der zentralen Haubenbündel, und von MEYNERTs Bündel ist dabei nicht zu vermeiden.

Kommen wir jetzt zu der Feststelllung der anatomo-physiologischen Wertung der oral von den Commissurkernen gelegenen Gebilde, so können wir uns auf die Säuger beschränken; denn ausschlieszlich in dieser Tierklasse (und bei den Vögeln, wie wir in Abschn. III gesehen haben), veranlaszt eine Läsion der Commissurkerne und von deren striären Verbindungen überhaupt Zwangsbewegungen. Die Richtung dieser Zwangsbewegungen (Manege- und Rollbewegungen) ist derjenigen, welche der einseitigen Verletzung des H.L.B. folgt, entgegengesetzt. In früheren Abschnitten haben wir gesehen, dasz bei Fischen und Amphibien (STEINER), Reptilien (FANO und BICKEL), die einseitige Abtragung des Vorderhirns keine Zwangsbewegungen erzeugt.

Meine Versuchsergebnisse an Katzen stimmen mit denjenigen SCHIFFs [2]) überein, der feststellte, dasz eine lokale cortikale Läsion nie für längere Zeit Manegebewegungen hervorruft. Dagegen veranlassen tiefere Verletzungen des Striatums und der lateralen Abschnitte des Thalamus — und zwar für längere Zeit — Manegebewegung und konjugierte Deviation der Augen nach der kranken Seite. Meistens beobachtet man gleichzeitig eine Rotation um die Körperachse nach der gesunden Seite (Abb. 13 a, b, S. 119). Dieses

---

[1]) TOPOLANSKY: Arch. f. Augenheilk., Bd. 46, S. 452.

[2]) M. SCHIFF: Arch. f. physiol. Heilk., 1846, Bd. V, S. 667.

Symptom hat PRÉVOST auch beim Menschen beobachtet. Nach den obigen Ausführungen wird man sich kaum wundern, dasz ich in solchen Fällen mit der Osmiumfärbung ein entartetes Bündel feststellen konnte, welches vom Striatum (Pallidum) in einer latero-medianen und antero-posterioren Richtung durch die Lamina medullaris externa thalami verläuft und sich in das FORELsche Feld nach hinten verliert und zwar auf der oralen Seite des Roten Kerns (Abb. 11, S. 100). Dieses Faserbündel findet sich deshalb in derselben Gegend, in welcher nach DEJERINE [1]), PROBST [2]) und ROUSSY [3]) eine grosze Anzahl Fasern nach Läsion des lateralen Abschnitts des Thalamus verschwindet.

Die erste Frage ist: wohin ziehen diese Fasern? SACHS berichtet über einen Rhesus mit einem derartig entarteten Faserzug und glaubt, der Rote Kern sei die Endstation.[4]) Nach allem, was in diesem Abschnitt gesagt wurde, musz die Endigung der Fasern im Nuc. commissurae posterioris (wegen der beobachteten Manegebewegung) und in dem Nuc. interstitialis (wegen der Neigung zum Rollen nach der gesunden Seite) für wahrscheinlich gelten. Ein weiterer Fall von SACHS mag noch referiert werden, in welchem die Läsion das FOREL'sche Feld betraf. VOGT [5]) und RIESE [6]) ihrerseits haben das Endigen dieser Faserbündel in den Commissurkernen wahrscheinlicher gemacht.

Wo beginnen nun die in Frage stehenden Nervenfasern? Auch hier läszt die relative Zuverlässigkeit der Osmiummethode nur soviel sagen, dasz dieser Faserzug, dessen Durchschneidung Manege- und Rollbewegung hervorruft, und welcher nach beiden Richtungen hin entartet, sicher teilweise vom Pallidum herkommt. Es läszt sich aber nicht mit Sicherheit ausschlieszen, dasz der Faserzug noch einen Zuwachs von dem Neostriatum erfährt.[7]) Den Cortex kann man wohl mit Sicherheit als Ursprungsort ausschlieszen, denn nach keiner meiner rein corticalen Verletzungen wurde eine Degeneration des Zuges gefunden. Auch SACHS' VOGTs, RIESEs Befunde sprechen positiv im Sinne einer Entstehung im Pallidum.

Was die physiologische Deutung dieses pallido-commissuralen Faserzugs anbetrifft, so sprechen die Versuche HORSLEYS, SACHS' und CLARKEs[8]) im Sinne meiner Auffassung. Denn faradische Reizung des

---

[1]) DEJERINE und ROUSSY: Rev. Neur. 1905, S. 161.

[2]) PROBST: Sitzungsberichte der Kais. Akad. der Wissensch., Bd. CXIV, 1905, Abt. 3, S. 173.

[3]) ROUSSY: „Couche optique". Thèse de Paris, 1907, p. 175—177.

[4]) SACHS: Brain, 1909, S. 180.

[5]) VOGT C. u. O.: Sitzungsberichte der Heidelb. Akad. der Wissensch., 1919, Abt. B. 14.

[6]) RIESE: Journal f. Psychol., Bd. 36, 1923, S. 82—118.

[7]) Mit SPATZ wäre eher an eine Verbindung des Neostriatums mit dem Pallidum zu denken; diese Annahme könnte die gelegentliche Beobachtung erklären, dasz zuweilen ein Stich durchs Neostriatum eine vorbeigehende Manegebewegung auslöst.

[8]) CLARKE und HORSLEY: Brain, 1905, S. 13.

hinteren Drittels der lateralen Thalamus-kerne ergibt Deviation von Kopf und Augen nach der andren Seite (Verletzung dieser Gegend gibt Deviation nach der kranken Seite). In den Fällen PROBSTs und ROUSSYs sind keine Argumente gegen die vorgetragene Auffassung zu finden; die älteren Beobachtungen MONAKOWs und MINGAZZINIs [1]) können nicht zur Klärung dieses Problems herangezogen werden, weil die betreffenden Gehirne nicht mit der Osmiummethode behandelt wurden.

KAPITEL 11.

§ 1. Die verschiedenen Augenbewegungsarten.

Aus der Geschichte der Untersuchungen des Labyrinths der höheren Tiere ergibt sich für uns also nicht, ob wir dieses Organ als ein Sinneswerkzeug oder als einen sensibel-motorischen Apparat zu betrachten haben, wenn auch die Abhängigkeit der koordinierten Lokomotion und der Augenbewegungen vom vestibulären System sehr deutlich zutage tritt. Wir verweilen nun bei einigen Augenreflexfunktionen, deren Kenntnis zur Beurteilung dieser Frage noch etwas beitragen kann.

Zu den hierher gehörigen Reflexfunktionen rechnen wir:

1. Willkürliche koordinierte Bewegungen beider Augen.

Das Recht, die willkürlichen Augenbewegungen zu den Reflexfunktionen zu rechnen, entnehme ich der sowohl unter den Anatomen, als auch unter den Physiologen und Klinikern (cf. WERNICKE, S. 205) sich durchsetzenden Überzeugung, dasz man bei diesen Bewegungen den Impuls wohl willkürlich nennen darf, dasz jedoch die koordinierte Folge desselben ausschlieszlich dem Gebrauch zu verdanken ist, den die Willkürbahn von dem äuszerst fein abgewogenen vestibulären System der reflektorischen Augenbewegungen macht. Daher: ohne Vestibularsystem keine willkürlichen Augenbewegungen! Diese theoretische Folgerung wurde praktisch von EWALD und STEPHAN bewiesen. Sie lehrten einen Hund, bei festgehaltenem Kopf mit den Augen einem Stück Fleisch zu folgen. Nach Exstirpation des Labyrinths konnte das Tier es nicht mehr tun. Was die Verhältnisse beim Menschen betrifft, so lehrt der Fall SPILLERs [2]), dasz, wo die Vestibulariskerne durch Ausfall von zahlreichen Kollateralen gelitten haben, die willkürlichen Augenbewegungen nach allen Richtungen Einbusze erfahren.

Diese Koordination *beider Augäpfel* ist so fest, dasz, jedenfalls bei Tieren, deren Augen ein teilweise gemeinsames Gesichtsfeld besitzen, besondere willkürliche Bewegungen eines einzigen Auges nicht möglich

---

[1]) MINGAZZINI: Nervenheilk., V. 19, 1901 und POLIMANTI: Monatschr. f. Psych., V. 20, 1906, S. 403.

[2]) SPILLER: Brain, 1925, S. 352.

sind.[1]) Von GRASSET wurde die Lehre von der Oculogyrie aufgestellt, welche diese Koordination zum Ausgangspunkt nimmt.

Dieses Zusammenwirken gilt vor allem für die Bewegung der Augäpfel in der horizontalen Ebene, und nach oben und unten. Es gibt jedoch eine Form von koordinierter Bewegung beider Augen, die beim Menschen kaum, bei den niedrigeren Wirbeltieren um so häufiger auftritt, und die von den Schriftstellern weniger beachtet wird.

Hiermit meine ich die Rollstellung, die nach Verletzung des vestibulären Apparates bei Wirbeltieren mit horizontaler Wirbelsäule beobachtet wird, und die 1902 näher beschrieben wurde.[2]) Sowohl bei der Katze wie beim Kaninchen war bei dem Tier, das sich in Rollstellung z.B. nach rechts, im Sinne einer schraubenförmigen Lokomotion nach rechts (von der ursprünglichen Stellung des Tieres selbst aus gerechnet), befand, das rechte Auge nach unten und rechts, das linke Auge nach oben und rechts gerichtet. Ausserdem waren beide Augäpfel um ihre eigene Achse nach rechts gedreht (Abb. 13 b, S. 119). Hier haben wir also eine asymmetrische Form von koordinierter Bewegung beider Augäpfel, wobei ganz ungleichnamige Muskeln zur Arbeit kommen. Auch bei Fischen spielt die Rollstellung der Augen eine wichtige Rolle (MAXWELL). Beim Menschen wird sie nur selten als atavistische Rückständigkeit gesehen.

2. Kompensatorische Augenbewegungen, vermutlich bei jeder Bewegung, vor allem in der frontalen Ebene auftretend.

Diese asymmetrische Augeneinstellung (nämlich in der frontalen Ebene) finden wir beim Menschen in Form der Rollkompensation wieder, ein Problem, das 120 Jahre lang Diskussionsstoff für die Augenärzte lieferte, siehe NAGEL etc. (Zeitschr. f. Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane, 1896, Bd. XII, S. 331) und MULDERs unter DONDERS' Leitung gemachte Abhandlung (Arch. f. Ophthalm. XXI, 1875, S. 68). Diese kompensatorischen Rollbewegungen sollen ungefähr $^1/_6$ der passiven Kopfneigung kompensieren. Falls eine rasche passive Kopfbewegung seitwärts ausgeführt wird, kommt zunächst eine viel stärkere Kompensation zustande, die bleibende ist jedoch geringer. Für jeden Grad von Kopfneigung gibt es eine besondere Kompensationsstellung. Die Kompensation ist am vollständigsten bei geringer Neigung, relativ geringer ($^1/_6$) bei starker. Bei 180° Inklination ist nach HOGYIES keine Kompensation vorhanden. Beim Kaninchen ist die Kompensation am stärksten in der frontalen Ebene, wahrscheinlich weil in dieser Ebene der Kopf dieses Tieres am meisten bewegt wird. Bei Fischen ist die Kompensation stärker bei Bewegungen nach

---

[1]) Beim Menschen bildet das willkürliche Schielen scheinbar eine Ausnahme davon. Nach KNIES (Arch. f. Augenheilk., Bd. 23, 1891, S. 20) beruht diese Tatsache darauf, dasz „in Wirklichkeit ein anderer Punkt willkürlich fixiert wird, als der, auf welchen das eine Auge eingestellt scheint".

[2]) MUSKENS: Trans. Roy. Acad. Amsterdam, 1902, VIII, Nr. 5 und Journal of Physiology, 1904, XXXI, S. 204.

unten (20 %), als bei denen nach oben (10 %). Bei Vögeln (und Reptilien) werden die kompensatorischen Bewegungen mehr mit dem Kopf, als mit den Augen ausgeführt. Diese Bewegungen haben in der horizontalen Ebene einen anderen rhythmischen (nystagmusartigen) Charakter, während bei Mammaliern, Amphibien und Fischen die kompensatorischen Bewegungen mehr kontinuierlich sind. Diese Bewegung, welche bei den Vögeln sich also als ein horizontaler Nystagmus äuszert, hängt vermutlich damit zusammen, dasz die meisten Bewegungen dieser Tiere in dieser, der horizontalen, Ebene ausgeführt werden. Die Verschiedenheit der Form der Kompensationsbewegung bei Vögeln und Mammaliern ist nicht in einem verschiedenen Aufbau des Labyrinthes begründet.

Ferri [1]), der beim Menschen vor allem die reflektorische Torsion der Augäpfel untersuchte, verzeichnete als höchsten Kompensationsgrad eine *Drehung* von 21 °; er meint, dasz bis zu 12 ° die Kopfneigung vollständig kompensiert werde. Er fand auch, dasz mit jeder Akkomodation und Konvergenz ein bestimmter Grad von Achsendrehung der Augen fest (reflektorisch?) verbunden ist.

Es ist klar, dasz der Mechanismus dieser reflektorischen Einstellung je nach der Divergenz der Augenachsen und dem Umfang des binoculären Sehens (z.B. beim Löwen binoculäres Gesichtsfeld 120 °, bei der Katze 170 °) verschieden sein musz. Übrigens sieht Tschermak [2]) das Besondere des Menschenauges nicht so sehr darin, dasz die Augenachsen in der Anfangsstellung ungefähr parallel stehen, sondern vor allem in der „achsennahen Lage der Mittelpunkte des binoculären Netzhaut-Areals" (also im groszen binoculären Gesichtsfeld) und der Möglichkeit, korrespondierende Elemente auch auf nahe Objekte einzustellen. Nur einige Tiere noch (Affen, Raubtiere und Hufentiere) können mit Aufmerksamkeit nahe Gegenstände betrachten; Fische, Kaninchen und Vögel können es nicht. Mit dieser Form von reflektorischer Kompensation, die also bei passiver Wendung des Kopfes eine gleichmäszige oder (bei Vögeln in der horizontalen Ebene) rhythmische Bewegung zur Folge hat, durch welche das Gesichtsfeld festgehalten wird (ebenso wie bei dem Menschen, der vom Eisenbahnzuge nach auszen schaut, ein rhythmischer Nystagmus sich zeigt), hängen natürlich die kompensatorischen Bewegungen auf der Drehscheibe eng zusammen. Diese sind von Goltz und vielen Nachfolgern an den verschiedensten Tieren untersucht worden. Am besten können wohl Tiere untersucht werden, bei denen aus irgend welchem Grunde das Bewusztsein nur in niedrigem Grade vorhanden ist, z.B. Murmeltierchen im Winterschlaf.[3]) Kopf und Rumpf führen bei jeder Drehgeschwindigkeit eine bestimmte Wendung aus, welche nach Entfernung des Cortex cerebri und des Thalamus bestehen bleibt und erst beim Erreichen der Mittelhirnzentren verschwindet.

---

[1]) Ferri: Arch. Ital. de biol. XVI, 1891, S. 416.

[2]) Tschermak: Pflügers Archiv, Bd. 91, 1902, S. 11.

[3]) R. Dubois: Compt. Rend. de la Soc. de Biol., 1902, S. 936.

Auf weitere Einzelheiten der Versuche mit Drehscheiben wollen wir nicht eingehen, ebensowenig auf die verschiedenen theoretischen Betrachtungen darüber, welche Einzelteile des Labyrinthes dabei die Hauptrolle spielen.

3. Gleichfalls mit dieser Kompensation verwandt ist der sogenannte Reflex von MAREY: läszt man eine Katze, die mit dem Rücken nach unten einige Zentimeter über dem Boden gehalten wird, los, so kommt sie richtig auf ihre Pfoten zu stehen. MULLER und WEED [1]) haben festgestellt, dasz auszer einem normal funktionierenden Nuc. vestibularis auch das Augenmuskelgefühl dabei intakt sein musz, denn nach Abtragung der Augen und der Labyrinthe fällt der MAREY-Reflex aus. Eine Cortexentnahme übt hierauf keinen Einflusz aus, wohl aber, nach eigenen Untersuchungen, Verletzungen des Corpus striatum und natürlich auch solche des H.L.B. und der hinteren Commissur. Es ist ein spät bei der neugeborenen Katze auftretender Reflex (LANGWORTHY [2])).

Die Frage, wie die zentralen reflektorischen Einflüsse auf die Augenmuskeln einwirken, hat zu vielen Miszverständnissen Anlasz gegeben. Schon HOGYIES war geneigt, einen direkten Einflusz bestimmter peripherer Organe, wie der Bogengänge, auf bestimmte Augenmuskeln anzunehmen, und diese Ansicht wurde von seinen Nachfolgern, wie BARANY, ROTHFELD, LORENTE DE NÔ, OHM u.a. noch weiter entwickelt. Letztgenannter [3]) ging dabei wohl am weitesten, als er zu dem Urteil kam, dasz jedem der drei Bogengänge 4 von den 12 Augenmuskeln zugehörten. Als WALLENBERG beschrieb, dasz vestibuläre und Bindearmfasern direkt im Oculomotoriuskern enden, schien die Anatomie eine solche Auffassung zu stützen. Allein, abgesehen davon, dasz es mir unphysiologisch gedacht erscheint, wenn man annimmt, dasz eine so direkte Reflexverbindung zwischen zwei rein peripheren, wenn auch intra-cerebralen Apparaten bestehen könnte, so stimmen doch auch alle Beobachtungen mit der Vorstellung überein, dasz wir diese Augenbewegungen niemals anders denn als Teile von *Bewegungskomplexen* betrachten müssen, wie wir sie in den Zwangsbewegungen kennen gelernt haben.

Wenn man auch WALLENBERG zugeben musz, dasz die sekundären vestibulären Fasern direkt in den Augenmuskelkernen enden, so wäre meines Erachtens doch eher an einen anatomischen Kontakt, der die reflektorische Ansprechbarkeit erhöht, zu denken, als anzunehmen, dasz dort auch der Reflexbogen geschlossen wird.

§ 2. Noch einmal das Syndrom pars pro toto.

Es ist zweifellos ein Verdienst von LOEB und LEE, darauf hingewiesen

---

[1]) MULLER und WEED: Amer. Jnl. of Physiol., 1911, XL, P. 375, und: 1916, LX, S. 333.

[2]) LANGWORTHY: Contributions to Embryology, 1929, Vol. XX.

[3]) OHMS: Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde Bd. 62, 1919, S. 289.

zu haben, dasz die Bewegungen des Auges so eng mit denjenigen des ganzen Tieres verbunden sind, dasz man ruhig behaupten kann: bei einem Tier, dessen Rumpf und Glieder sich in vestibulärer Zwangsstellung befinden, müssen auch die Augen mit ihrem ganzen Muskelsystem sich an dieser Bewegungsform beteiligen. Es ist das Verdienst von MAGNUS und DE KLEYN, dieses an enthirnten Säugetieren festgestellt zu haben und auszerdem gezeigt zu haben, dasz bei diesen Bewegungskomplexen oder -syndromen keinesfalls nur vestibuläre Einflüsse, sondern auch das allgemeine Gefühl, insbesondere das des Nackens, eine Rolle spielt.

Spätere anatomisch-physiologische Arbeit hat gewisse anatomische Verbindungen (im spino-cerebellären und bulbo-thalamischen Bündel) aufgezeigt [1]), die vermutlich Träger der vom Hals und Rückenmark stammenden Reize sind, welche eine Bedeutung für die Körperstellung haben. Die Beobachtung, dasz nach Verletzung spino-cerebellärer Stränge und von Hinterstrangkernen auch in der frontalen und horizontalen Ebene Zwangsbewegungen auftreten (BING u.a.), erfuhr durch den Nachweis einer direkten auf- und absteigenden Verbindung dieser Bahnen mit den vestibulären Kernen (welche jedoch von GROEBBELS noch nicht bestätigt wurde) eine neue Beleuchtung.

Die Physiologen und Neurologen aus dem Anfang und der Mitte des vorigen Jahrhunderts waren also ganz gewisz auf dem richtigen Wege, als sie mit allen damals verfügbaren Mitteln ein besseres Verständnis der bei niedrigeren Tieren so auffallenden Zwangsbewegungen zu erlangen suchten, in der Hoffnung, auf diesem Wege zu einer besseren Vorstellung von der Physiologie des Gleichgewichts und der Lokomotion zu gelangen. Dasz diese so richtige Untersuchungslinie (BAUDELOT, MAGENDIE, SCHIFF, VAN DEEN, ECKHARDT u.a.m.) ganz aufgegeben wurde, ist erstens darauf zurückzuführen, dasz die Zwangsbewegungen beim Menschen wegen seines aufrechten Ganges nicht als solche wahrgenommen wurden, und zweitens auf die damals zu geringe Kenntnis der Verbindungsbahnen. Eigentlich wurde dieser Weg auch bereits von BROWN-SÉQUARD und von BECHTEREW verfolgt, brachte aber erst im Anfang dieses Jahrhunderts brauchbare Resultate.

Welche primordialen Bewegungskomplexe kennen wir? Diese Frage ist mit derjenigen identisch: welche Zwangsbewegungsformen kommen bei Vierfüszlern nach den verschiedenen Verletzungen des Hirnstamms vor? 1. Zwangslokomotion in der horizontalen Ebene, d.h. Kreisbewegung, gepaart mit konjugierter Stellung der Augen nach der Seite der Manegebewegung. Diese Bewegungsform geht, wenn der Radius immer kürzer wird, in die Uhrzeigerbewegung über u. z. nach r. und l. 2. Rollbewegungen, die von Vierfüszlern und auch von Vögeln nach gewissen, vor allem vestibulären Ver-

---

[1]) MUSKENS: Jnl. Comp. Neur. 1929, S. 305, 323 und GROEBBELS: Pflügers Archiv, Bd. 218, 1928.

letzungen sehr energisch ausgeführt werden u. z. nach r. und l. Hierbei ist das eine Auge (das auf der Seite der Lokomotionsrichtung) nach unten, das andere nach oben gerichtet. 3. Zwangsbewegungen *nach oben*, Überschlagen nach hinten; dies wird vor allem an Vögeln, für die die Bewegung in der vertikalen Ebene soviel wichtiger ist als für die Vierfüszler, beobachtet. Augen, Rumpf und Gliedmaszen zeigen die dazu gehörige Stellung. 4. Zwangsbewegungen *nach unten* mit Augenstellung nach unten und Extremitäten in entsprechender Stellung, 3. und 4. kommen nicht (als 1 r. und 1 l., und 2 r. und 2 l.) durch identische Muskeln zustande, sind nicht einanders Spiegelbild. In so weit spräche man besser von 4 möglichen Körper- und Augenbewegungen.

Diese Formen von Lokomotion und entsprechenden Stellungen im Raum bilden, jede für sich, eine so feste Koordination, liegen so bereit im Zentralnervensystem, dasz man bei dem Thalamus- oder Mittelhirntier *blosz einen Teil des Syndroms passiv anzudeuten braucht* (z.B. den Nacken drehen oder nach oben richten), *um unmittelbar darauf die vollständige dazu gehörige Stellung auftreten zu sehen*. Das ist es, was ich die *pars pro toto*-Erscheinung genannt habe. Diese 6 Bewegungsformen umfassen in der Tat alle Lokomotionsmöglichkeiten für die Vierfüszler; bei den erekten Säugetieren und Reptilien, aber auch wohl bei den Känguruhs (Macropus) und selbst bei den erekten Fischen (hippocampus) sind die Verhältnisse etwas komplizierter. Diese Tiere haben die Wirbelsäule nicht horizontal hinter dem Kopf, sondern vertikal darunter. Diese Tatsache hat unter anderem zur Folge, dasz bei diesen Tieren die Manege- und die Rollbewegungen identisch zu sein, wenigstens in derselben Ebene stattzufinden scheinen. Das Fallen seitwärts hat da eine andere Bedeutung als bei den Vierfüszlern.

Tatsächlich sind alle Lokomotionsmöglichkeiten für die Vierfüszler durch diese 6 Bewegungsformen erschöpft, das Laufen nach vorne und hinten nicht ausgenommen. Ist es doch klar, dasz diese Funktion (Vorwärtslaufen) zergliedert werden kann in eine Bewegung nach vorne als eine Art von Fallen nach vorne, wobei der Fall durch die vorderen Gliedmaszen aufgefangen wird usw.

Bei Betrachtung dieser ärmlichen Zahl von im ganzen 6 "final common paths" nach SHERRINGTON (horizontale Lokomotion nach rechts und links, Rollbewegung nach rechts und links, Purzeln nach vorn unten, nach hinten herauf) erinnern wir uns daran, wie HERRICK das zentrale Nervensystem mit einem Hause vergleicht, das eine riesige Anzahl von Eingängen, jedoch nur sehr wenige Ausgangstüren ("final common paths") besitzt.

§ 3. *Das Gleichgewicht als Reflexfunktion.*

Fragen wir uns nun, ob das sogen. Gleichgewicht als eine besondere, und zwar zentripetale Funktion, als Analogie der Funktion der anderen groszen Sinneswerkzeuge, wie Hören, Sehen usw., zu betrachten ist, so

musz die Antwort verneinend lauten. Das Gleichgewicht in Ruhestellung und in Bewegung haben wir als *Kompromiszzustand* zwischen 6 Tendenzen, die wir jede einzeln sowohl als auch in ihrem Zusammenhang mit den andren in ihrer anatomisch-physiologischen Bedeutung untersuchen müssen, anzusehen. Es ist für uns also zwecklos, im Cerebellum oder anderswo ein Organ für das Gleichgewicht zu suchen; eitel das Streben, genau bestimmen zu wollen, welcher Anteil bei der sogen. Gleichgewichtserhaltung dem Sehvermögen, und welcher dem vestibulären System zukommt. Im sogen. Gleichgewicht sehen wir von nun an ausschlieszlich eine Resultante der verschiedenen Zwangsstellungen, die jede für sich lokalisiert werden müssen. Das ist, wie mir scheint, als ein allgemeines biologisches Gesetz zu betrachten. Willkürliche, sogen. freie Lokomotion und Gleichgewicht kommen in der ganzen Tierreihe nur mittels eines solchen oder eines ähnlichen Systems zustande. Die Bewegungen eines Protozons und einer Hydromedusa kann man nicht auf eine Linie mit der koordinierten Lokomotion der höheren Tiere stellen. Freie Lokomotion entsteht auch bei Cephalopoden und Arthropoden nur im Anschlusz an die Entwicklung eines sensumotorischen, mit dem Labyrinth vergleichbaren Apparates. M.a.W.: sobald Lokomotion möglich wird, sieht man bei Verletzungen Zwangsbewegungen in den drei Ebenen entstehen. Auch hier also haben wir in der Erhaltung des Gleichgewichts nichts anderes als einen Kompromisz zwischen 6 verschiedenen Tendenzen zu sehen; jede Lokomotion, jede Stellungsänderung wird man also mit Hilfe eines oder mehrerer dieser Modelle analysieren können.

Es liegt jetzt, noch mehr als früher, in unserer Absicht, nachzuforschen, an welches anatomische Substrat jede einzelne Form der Zwangsbewegung — jeder dieser "final common paths" zur Lokomotion — gebunden ist. Darauf werde ich zu untersuchen haben, welche Kapitel der Physiologie von dieser neuen Auffassung vom Gleichgewicht berührt werden. Schon früher habe ich darauf hingewiesen, dasz auch die Erklärung gewisser allgemeiner Erscheinungen, wie der "decebrate rigidity", auf Abwege führen müsse, falls man die belangvolle Funktion der vestibulären und supra-vestibulären Elemente (incl. der unteren Olive-ZAND) nicht genügend berücksichtigt.

§ 4. *Richtung der Zwangsbewegungen.*

Aus den vorhergehenden Kapiteln folgt ohne weiteres, dasz ein ernstliches Hindernis für eine nähere Kenntnis der Zwangsbewegungen darin bestand, dasz man zwei der wichtigsten Zwangsbewegungen, nämlich die in der horizontalen und die in der frontalen Ebene (d.h. Manege- und Rollbewegung) miteinander verwechselte, sowie auch darin, dasz zwei ebenso wichtige Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene überhaupt nicht als solche erkannt wurden: Purzeln nach vorne und hinten. Es ist klar, dasz man erst dann eine klare Übersicht über diese Syndrome bekommen kann, wenn man mit der Meinung (die in der Literatur häufig

vorkommt) bricht, als sei die eine Zwangsbewegung (Manege) nichts anderes als eine (gemilderte) Form der andern (Rollbewegung), wovon doch nach meinen Ausführungen nicht die Rede sein kann, da wir es hier mit je einem besonderen "final path" zu tun haben.

Ein weiteres schweres Hindernis für den Fortschritt im Studium der Abweichungen des Gleichgewichts, der Zwangsbewegungen, der Augenstellungsabweichungen, der Funktion des Cerebellums und der Bedeutung des Mittel- und Vorderhirns für die Körperstellung bestand in der hoffnungslosen Verwirrung, welche in den Beschreibungen der bei Tieren beobachteten Zwangsbewegungen hinsichtlich der Richtung herrschte, in welcher diese Bewegungen bzw. Lokomotionen stattfanden.

Während nach FLOURENS'[1]) Meinung noch die Richtung der Fasern im Hirnstamm die Richtung der Zwangsbewegung bestimmen sollte, also: Verletzung der Querbündel der Brücke rechts würde Rollen nach rechts ergeben etc., meinten LONGET und C. BERNARD[2]), dasz das Rollen immer nach der Seite des verwundeten Pedunculus cerebelli stattfinde.

Mit „Rollen nach rechts" ist jedoch noch immer nicht genau bestimmt, welche Zwangsbewegung gemeint ist; diejenige, bei welcher das rechte Auge nach unten und das linke nach oben gerichtet ist, oder die umgekehrte. Als Beweis dafür führe ich SERGIS[3]) Mitteilung an, in welcher ein Hund beschrieben wird (S. 136), der nach Verletzung der linken vestibulären Gegend sich immer auf die rechte Seite legt. SERGI schreibt von dem Tier, dasz es Rollbewegungen „nach rechts macht", was alles stimmt. Dieses Tier rollt, nach ihm, „nach der gesunden Seite". Aus den letzten Worten sieht man, dasz S. bezüglich der Richtung des Rollens das Gegenteil meint, nämlich nach der *kranken* Seite, nach der Nomenklatur von THOMAS, R. RUSSELL und mir. R. RUSSELL bemerkte auch schon mit Recht, dasz man, um Miszverständnisse zu vermeiden, besser die Richtung nach der Lokomotion desjenigen, der sich hinter den Hund stellt, beschreibe, oder die Richtung der Lokomotion andeute, indem man von der ursprünglichen Stellung des Tieres selbst ausgehe. Ebenso wie LUCIANI, führte SERGI unrichtigerweise die Position des Tieres auf die des Menschen zurück; dieses Zurückführen des Einfacheren (des Tieres, dessen Wirbelsäule horizontal hinter dem Schädel liegt) auf das Kompliziertere (den Menschen, der die Wirbelsäule senkrecht hält) musz a priori miszbilligt werden. Bei den aufrecht gehenden Tieren einschl. dem Menschen, haben wir den „abnormalen" Zustand, dasz Roll- und Manegebewegung in der gleichen Ebene ausgeführt werden; dies brachte PRÉVOST zu dem sophistischen Urteil, dasz Roll- und Manegebewegung identisch seien. Schlieszlich verfällt SERGI wieder in alte Fehler, wenn er annimmt, dasz die Muskeln der einen Körperhälfte „anders" arbeiten

---

[1]) FLOURENG: Recherches Expérimentales, 1812, S. 486.

[2]) C. BERNARD: Société philomatique de Paris, 1849, S. 21 (3. Febr.).

[3]) SERGI: Riv. Sper. di freniatria, Bd. 29, 1903, S. 125.

als die der anderen, wenn er auch keine Hemiplegie und keinen Unterschied im Tonus zu Hilfe ruft.

Bei dieser Gelegenheit ist es wichtig zu bemerken, dasz LONGET und LAFARGUE den Hirnstamm in der Gegend des Nuc. interstitialis viel weiter oralwärts verletzten als ihre Vorgänger, u.a. C. BERNARD, der angibt, den Hirnstamm durch den Schläfenlappen hindurch zu verwunden. C. BERNARD und SCHIFF waren der Meinung, dasz die Rollbewegungen sich in ihrer Richtung unterschieden, je nachdem man den Hirnstamm vor oder hinter dem Austritt des Trigeminus verwundete.

Nach dem was hier früher vorgetragen wurde und noch folgt, sind die beiden seitlichen Zwangsbewegungen nach einer Verletzung oral oder caudal von der Commissura posterior entgegengesetzt gerichtet, und darin lag für diese Pioniere die Gefahr einer irrtümlichen Auffassung.

Noch eine Fehlerquelle bestand und besteht auch jetzt in der Art der Verletzung. Falls die Technik so ist, dasz sie eine Blutung, welche den Nuc. vestibularis und seine Umgebung reizt, verursacht, so kann man eine Zwangsbewegung erwarten, die derjenigen, welche auf eine glatte Durchschneidung dieses Nerven folgt, entgegengesetzt ist. HITZIG [1]) konnte dadurch, dasz er Eis in die Flocculus-Höhle eines Kaninchens hineinbrachte, als Reizerscheinung ein Rollen nach der gesunden Seite auslösen. SCHIFF hat in dieser Hinsicht Klärung geschafft, als er eine sehr genaue Beschreibung der Verletzungsmethode und -art als notwendige Voraussetzung bezeichnete.

Eine letzte Quelle für Irrtümer bildete die so häufige Beobachtung dasz verschiedene Arten von Zwangsbewegungen ineinander übergehen, eine Erscheinung, die darauf beruht, dasz infolge Nachlassens der einen Zwangsbewegung nun die andere zum Vorschein kommen kann. So sah LEWANDOWSKY [2]) die Rollbewegungen in Uhrzeiger- und diese in Manegebewegungen übergehen, wodurch leicht der Eindruck entsteht, als ob diese Zwangsbewegungen auf ein-und-demselben Modell beruhen würden. Bei den Zwangsbewegungen in vertikaler Ebene übersah MAGENDIE, als er die „mouvements de recul" nach Exstirpation des Kleinhirnwurmes beobachtete, dasz dieses Zurückgehen eine mildere Form des nach hinten Purzelns ist. Mit LUCIANI, LUSSANNA war auch LEWANDOWSKY noch der Meinung, das Cerebellum spiele bei den Zwangsbewegungen seitwärts die Hauptrolle und auch THOMAS behauptete noch, das Cerebellum sei nicht Zentrum eines bestimmten Sinnes, sondern einer besonderen Reaktionsweise, nämlich einer für die Erhaltung des Gleichgewichts bei jeder Haltungsänderung.

§ 5. *Zusammenfassung der Kapitel 8 bis 10.*

1914 wurde für die Katze, 1922 für den Menschen eine anatomisch-

---

[1]) HITZIG: Untersuchungen des Gehirns, Berlin, 1874, S. 26.

[2]) LEWANDOWSKY: Arch. f. (Anat. u.) Physiologie, 1903, S. 143.

physiologische Beziehung zwischen Globus pallidus und hinterem Längsbündel derselben Seite festgestellt. Anatomisch-physiologisch bedeutet das [1]) eine auf- und absteigende Verbindung zwischen dem Globus pallidus und den zwei Kernen der hinteren Commissur (Nuc. commissurae posterioris und Nuc. interstitialis), von welchen dann die in dem hinteren Längsbündel absteigenden Bündel ihren Ursprung nehmen. Physiologisch ausgedrückt ist das eine seiner absteigenden Bündel (Tr. commissuro-medullaris) mit der Manegebewegung (beim Menschen mit der konjugierten Deviation von Kopf und Augen), verbunden, während Entartung des anderen (Tr. interstitio-spinalis) mit Rollbewegungen nach der gesunden Seite (beim Menschen Fallen nach der gesunden Seite und HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung) einhergeht. Die Symptome nach Verletzung des Globus pallidus wurden in vollkommener Übereinstimmung mit dieser Beziehung befunden. Diese posturalen und lokomotorischen Funktionen sind gesondert im Globus pallidus lokalisiert. Es stellte sich heraus:

1. Das Palaeostriatum (Globus pallidus) ist der Träger zweier vestibulärer (richtiger: supra-vestibulärer) Funktionen.

2. Damit entsteht die Möglichkeit einer genaueren Lokalisation lokaler krankhafter Prozesse im Globus pallidus: im lateralen Abschnitt (im Falle der *Reizung):* die horizontale Deviation nach der nicht gereizten Seite; im vorderen Abschnitte: Roll- und Fallneigung nach der gereizten Seite. Die Richtung der Zwangsbewegungen ist natürlich entgegengesetzt, wenn eine *lähmende* Läsion (etwa Erweichung durch Gefäszveränderung) vorliegt.

Nur zögernd wurden diese Schlüsse aufgenommen [2]); namentlich die anatomische Abhängigkeit des hinteren Längsbündels vom Globus pallidus wurde bestritten, weil sie zu den bis dahin gültigen Axiomen in Widerspruch stand. Ein eingehendes Studium des in neuerer Zeit publizierten anatomisch-physiologischen Materials ergibt jedoch vollständige Übereinstimmung mit unseren Ansichten. Bei der etwaigen experimentellen Kontrolle wären Verletzungen der Commissura posterior streng auszuschlieszen. Auch die klinischen Befunde stehen zu den erwähnten physiologischen nicht im Widerspruch. Sie werden an anderer Stelle besprochen (S. 196 u. f.).

---

[1]) MUSKENS: Brain, 1914 und 1922 Schweiz. Arch. f. Neur., Bd. XXVI, 1930, S. 27.

[2]) Dasz meine frühere ausführliche Publikation (Brain 1914) nur von wenigen (u.a. POLLAK in Marburgs „Neurologie des Ohres" verstanden worden ist, schreibe ich vor allem dem Umstande zu, dasz ich zu wenig nachdrücklich betont habe, dasz für die physiologischen Folgen der Verletzungen des H.L.B. die Kontinuitätstrennung der *aufsteigenden* Bahnen maszgebend ist, und die der *absteigenden* nebensächlich.

KAPITEL 12

ÜBERSICHT ÜBER DIE SUPRA-VESTIBULÄREN VERHÄLTNISSE UND DIE ZWANGSBEWEGUNGEN IN DER HORIZONTALEN UND FRONTALEN EBENE BEI DEN SÄUGETIEREN, BEIM MENSCHEN UND BEI „GROSZHIRNLOSEN TIEREN". KRITISCHE BETRACHTUNGEN.

§ 1. *Ausgangspunkt.*

Im Gegensatz zu der schon bald im 19. Jahrhundert entwickelten Kenntnis der zentrifugalen Bahnen datiert unsere Kenntnis der zentralen aufsteigenden sensorischen Verbindungen erst aus der allerletzten Zeit. MONAKOW, CAJAL, KAPPERS, PROBST, HORSLEY, O. und C. VOGT und SACHS haben ihrerseits mit Nachdruck die grosze Bedeutung der Thalamuskerne als zentraler Station für alle corticopetalen Verbindungen hervorgehoben.

WALLENBERG, SPITZER, VAN GEHUCHTEN und HOESEL waren u.a. die ersten, welche die zentralen Verbindungen der wichtigsten sensiblen Hirnnerven, des N. trigeminus und N. vestibularis, untersuchten. Als Ergebnis dieser Forschungen wurde der zentrale Verlauf der Trigeminusverbindungen näher bekannt, weniger der des Vestibularis. Eigenartig ist es, dasz man, obwohl physiologische und anatomische Angaben deutlich auf die grosze Bedeutung der zentralen Verbindungen des letzteren hinwiesen, trotzdem damals so wenig nach ihnen suchte. Das zeigt sich deutlich z.B. in HORSLEYS Boyle lecture von 1905; denn in diesem Vortrag unterstützt er noch die Annahme, dasz vestibuläre aufsteigende Verbindungen mit den Schläfenwindungen bestünden. Andererseits betrachteten WINKLER, KAPPERS und BROUWER die laterale Schleife als eine Verbindungsbahn, als eine der Bahnen, längs welchen aufsteigende vestibuläre Reize die höheren Gehirnzentren erreichen. 1914 wurde der Beweis dafür erbracht, dasz die vestibulären zentralen sekundären Verbindungen hauptsächlich, wenn nicht ausschlieszlich, im H.L.B. verlaufen. Eine Ausnahme bilden die zum Nuc. tecti verlaufenden vestibulären Fasern, bei welchen die sekundäre Bahn durch den vorderen Bindearm verläuft. Es erschien möglich, dasz es noch ein anderes Bündel gäbe, das in der Nähe des ventralen Abschnitts der Raphe verliefe, doch blieb das zweifelhaft. Jedenfalls hat man als sekundäre vestibuläre Verbindung das dorso-olivären Bündel zu betrachten und die Oliven-verbindung mit den zentralen grauen Kernen (SS. 134, 363, 373, 385, 388) als juxta-vestibuläre.

Das sind die wenigen Feststellungen, die wir hinsichtlich der zentralen Verbindungen der vestibulären Kerne besitzen. Und doch sind diese Verbindungen von gröszter Bedeutung bei der Betrachtung von Lokomotion und Gleichgewicht. Freie Lokomotion und Augenbewegungen in mehr als einer Ebene sieht man bei niedrigen Wirbeltieren erst zugleich mit dem Entstehen eines vestibulären Organs oder eines mit ihm vergleichbaren

Apparates, sowie mit der Entwicklung eines primitiven Corpus striatum zustande kommen.

Unter diesen Umständen erschien eine Untersuchung auf breiter Grundlage nicht überflüssig, welche zunächst für die Katzen abgeschlossen wurde, bevor man zur Erläuterung der supra-vestibulären Verhältnisse bei andren Tierklassen und schlieszlich beim Menschen schritt.

Zwei der Grundversuche von 1914 wurden hier (S. 89) reproduziert. Der Katze 139 hatte man durch einen Nadelstich ausschlieszlich den medianen Abschnitt der H.L.B. rechts in der Brückengegend durchstochen (Abb. 9 a, b, c, d, S. 90). Das Tier vollführte wochenlang ausschlieszlich Manegebewegungen nach links. Oralwärts war der Tr. vestibulo-mesencephalicus cruciatus (bis nahe an der hinteren Commissur) entartet. Der Vergleich mit ähnlichen Versuchen lehrt, dasz diese Entartung der lange andauernden Manegebewegung zugrunde liegt.

Das Fehlen einer aufsteigenden Entartung des lateralen Horns des H.L.B. erklärt die Abwesenheit der so oft bei ähnlichen Verletzungen des H.L.B. mit auftretenden Rollbewegung. Interessant sind hier die absteigenden Entartungen des in seinem Verlauf unterbrochenen rechten Tr. interstitio-spinalis (und Tr. tecto-spinalis) (Abb. 9 c und d). Denn man hat hieraus zu folgern, dasz die Unterbrechung dieses absteigenden Bündels allein, welche nach Versuchen in der Region der hinteren Commissur bei der Rollbewegung eine Rolle spielt, keine posturalen oder lokomotorischen Folgen hat. Hätte sie solche, so wäre in diesem Falle Rollbewegung nach links zu erwarten gewesen (Vergl. S. 116 unten).

Bei Katze 107 ist eine Läsion beider Commissurkerne rechts zustande gekommen (Abb. 10 a, b, c S. 92). Demzufolge entarteten rechts der Tr. commissuro-medullaris und der Tr. interstitio-spinalis (Abb. 10 b und c). Infolgedessen vollführte das Tier einige Tage Manegebewegung nach rechts, unterbrochen von Fallneigung nach links.

§ 2. Hemisektionen des Hirnstammes, Faserverbindungen der Commissurkerne mit dem Pallidum. Kontrollversuche.

Zahlreiche Versuche am Katzenhirn zeigten, dasz Durchschneidung eines H.L.B. Manegebewegung und konjugierte Deviation von Kopf und Augen nach der gesunden Seite ergibt, und zugleich Rollneigung und entsprechende Augenstellung nach der kranken Seite. Verletzungen an andren Stellen des Hirnstamms haben nie diese Zwangsbewegungen zur Folge.

Weiter stellte sich heraus, dasz die Richtung jener Zwangsbewegungen umschlägt, sobald, fortschreitend mit den aufeinanderfolgenden Versuchen oralwärts, die Gegend der Commissura posterior erreicht wird; in den mikroskopischen Praeparaten findet man dann (nach Umkehr der Richtung der Zwangsbewegungen) im medialsten Abschnitt des H.L.B. Degeneration des Tr. commissuro-medullaris und Tr. interstitio-spinalis, ein Zeichen dafür, dasz die betreffenden *Kerne* betroffen sind. Es liegt nahe, die Umkehr der Richtung der Zwangsbewegungen damit zu erklären,

dasz die aufsteigenden H.L.B.-Anteile in der hinteren Commissur kreuzen und dann in dem betreffenden Kern sich aufsplittern (Schema Abb. 11, S. 100). Einseitige Verletzungen oral von diesen Commissurkernen, welche die Verbindungen zwischen den Commissurkernen und dem Globus pallidus unterbrechen, haben ebenfalls jene Zwangsbewegung in *umgekehrter* Richtung zur Folge. Dieses Verhältnis wird am besten durch die Annahme von anatomischen Verbindungen zwischen den Commissurkernen und dem Globus pallidus erklärt, wofür anatomische Belege vorliegen (Abb. 15, S. 410, Brain 1914). Übrigens gipfelten auch die unabhängig davon später publizierten rein anatomischen Arbeiten C. und O. VOGTs [1]) in der Behauptung, dasz direkte anatomische Verbindungen zwischen dem Commissurkern und dem Globus pallidus bestünden. Hierdurch wurde 1914 eine feste anatomische Basis für die Zwangsbewegungen in den horizontalen und frontalen Ebenen, in dem supra-vestibulären Bahnsystem geschaffen.

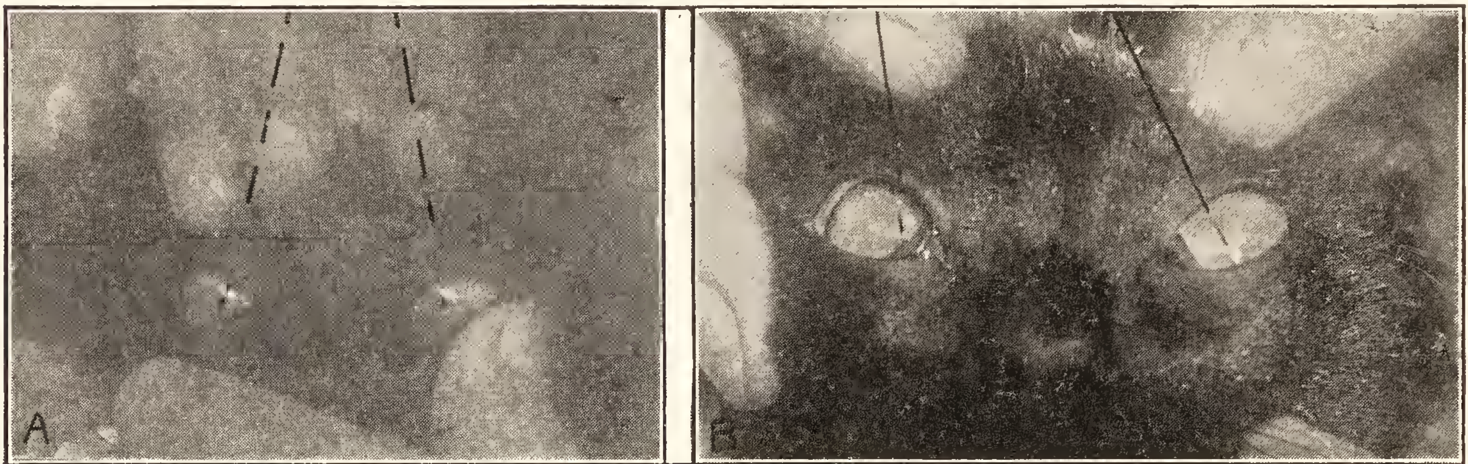


Abb. 13 a und b. Katze, vor und nach einem Eingriff in die hintere Schädelgrube der rechten Seite, welche Rollstellung von Kopf und Augen nach rechts herbeiführt. Die Änderung des Standes der Pupillen (Öffnungen) gibt den Grad des Augenrollens wieder.

Was das primäre Kernsystem des N. vestibularis anbetrifft, so wurde es für Säugetiere und Vögel wahrscheinlich gemacht, dasz innerhalb des vestibulären Kernkomplexes ein hoher Grad von Arbeitsteilung zustande gekommen ist. Es wurde auf Grund der komplizierten Anordnung der aufsteigenden Bahnen im H.L.B. angenommen, dasz zu beiden Seiten der Mittellinie je zwei Kernabschnitte vorhanden sind, deren isolierte Läsion Manegebewegung — und zwar in entgegengesetzter Richtung — hervorruft. Läsion des einen ergäbe Manege nach rechts, des andren Manege nach links, während bei einer Läsion beider Abschnitte zugleich der Teil überwiegt, der Manege nach der kranken Seite erzeugt. Die sekundären aufsteigenden Bahnen findet man im mittleren Abschnitt des gekreuzten H.L.B. Ebenso befinden sich beiderseits von der Mittellinie zwei Kernabschnitte, deren Läsion Rollbewegung nach rechts und links veranlaszt. Auch hier über-

---

[1]) C. und O. VOGT: Sitzungsberichte der Heidelberger Akad. der Wissenschaft, 1919, Abt. B, S. 14.

wiegt der Einflusz des Kernabschnitts für die Rollbewegung nach der kranken Seite. Die sekundären Bahnen dieser letzten Kerne sind in das laterale Horn des H.L.B. zu verlegen. So wird es verständlich, dasz eine vollständige Durchschneidung des H.L.B. der einen Seite die Kombination von Manegebewegung nach der gesunden mit Rollbewegung nach der kranken Seite ergibt.

Das eigentümliche Ergebnis, dasz Querdurchtrennung des ganzen H.L.B. (d.h. der aufsteigenden und absteigenden Anteile) dieselbe physiologische Wirkung hat wie Durchschneidung oder Degeneration der aufsteigenden Anteile allein, kann wohl nur durch die uns im Detail unbekannte Organisation der die beiden Commissurkernkomplexe verbindenden Commissurfasern erklärt werden.

Weiter konnte man, hinsichtlich der Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene, an Katzen die Beobachtung machen, dasz eine Verletzung des Nuc. tecti cerebelli und seiner im Bindearm aufsteigenden Verbindungen Aufbäumbewegungen zur Folge hat. Umgekehrt fiel auf, dasz Verletzungen der medio-ventralen Abschnitte des Oblongata-Querabschnitts Neigung nach vorn zu purzeln hervorriefen. Es ist ja auch bekannt, dasz Herde in dieser Gegend beim Menschen (S. 275) vertikalen Nystagmus — wohl niemals vertikale Blicklähmung — erzeugen. Die Bedeutung der unteren Oliven für das Entstehen der vertikalen Zwangsbewegungen ist anderswo ausführlich behandelt worden.[1])

§ 3. *Verifikation der obigen Schluszfolgerungen an der Hand des vorliegenden Materials.*

Eine Gelegenheit zur Nachprüfung bot sich mir 1922 (Brain, S. 461) durch die Vergleichung der Hirnserien zweier Tiere (einer Katze und eines Kaninchens), welchen eine ähnliche Verletzung in der Commissurengegend mittels einer durch die hintere Commissur hindurch gestochenen Nadel beigebracht war. Beide Tiere zeigten Rollbewegungen nach der gesunden Seite und in vollständiger Übereinstimmung damit war der Nuc. interstitialis der einen Seite getroffen, bei der Katze erkennbar an der erfolgten Degeneration des Tr. interstitio-spinalis. Bei einem der Tiere (Katze) waren ebenfalls Manegebewegungen nach der kranken Seite aufgetreten; bei dem betreffenden Tiere stellte sich eine Verletzung des Nuc. commissurae posterioris heraus (erkennbar an der gleichseitigen Entartung des Tr. commissuro-medullaris). Schlieszlich: allein bei der Katze wurden Aufbäumbewegungen beobachtet; hier hatte der Stich die grauen Kerne der zentralen grauen Substanz getroffen, und demzufolge waren die paramedianen und dorsomedianen Bündel teilweise (nach den unteren Oliven hin) entartet. Nach dem Protokoll des Versuches am Kaninchen hatte man nicht auf das Auftreten von Zwangsbewegungen in der verti-

---

[1]) Anatomischer Anzeiger, Bd. 77, 1934, S. 369—408 und Arch. f. Psych., Auszüge in diesem Werke, S. 128 u. 129.

kalen Ebene gefahndet. Die Ergebnisse bei diesen beiden Tieren, ausführlich mit Illustrationen 1922 publiziert, sind deshalb vollständig in Übereinstimmung mit den anatomisch-physiologischen Korrelationen, die, ausführlich 1914, in diesem Buche im Auszug, beschrieben wurden (SS. 118, 417).

Vergleichbare pathologische Fälle beim Menschen sind sicher nicht häufig; der Fall ROUSSY-DEJERINE wird in einem andren Abschnitt behandelt werden (S. 492). Ein schöner Fall von einseitiger teilweiser Atrophie des Globus pallidus durch einen Prozesz in frühster Jugend, bei welchem der Gehirnbefund nach 40 Jahren eine gleichseitige Atrophie der Commissurkerne und der von ihnen abhängigen Tr. commissuromedullaris und Tr. interstitio-spinalis aufwies, ist von Interesse, weil sich hier auch eine trophische Abhängigkeit unter bestimmten Umständen (Herd aus frühstem Lebensalter, jahrzehntelanges Überleben) des H.L.B. vom Pallidum herausstellt. Interessant ist es, in Abb. 22 und 23 der genannten Publikation (Brain 1922, S. 470—471) zu sehen, wie in solchem Falle ausschlieszlich die medialsten Bündel des H.L.B. der Atrophie verfallen. Die Krankheitsgeschichte fehlt leider zu diesem merkwürdigen Befund.

In anatomischer Hinsicht ist nicht ohne Interesse, dasz das Kaninchen — Abb. 9 — bei welchem die Verbindung zwischen den Commissurkernen und dem Pallidum sicher stärker lädiert war, die Verletzung so lange Zeit überlebte, dasz der Globus pallidus der betreffenden Seite einen gewissen Grad von Atrophie zeigte (Abb. 10 und 11).

Während die Verbindung der Commissurkerne mit dem Globus pallidus sicher nur durch *ein* Neuron gebildet wird, weisz man nicht sicher, ob nicht in der umgekehrten Richtung ein oder zwei Neurone die Verbindung besorgen. Dieses Ergebnis mag Physiologen und Kliniker überraschen. Wenn man es aber mit dem der Arbeiten BECHTEREWS, PROBSTS und DEJERINES vergleicht, so stellt es sich heraus, dasz vieles von ihnen Gefundene im Lichte dieser neueren Erfahrungen leichter zu verstehen ist. Es spricht manches dafür, dasz vielfache Faserverbindungen zwischen den supra-vestibulären Commissurkernen und dem Striatum bestehen.

§ 4. Weitere Beobachtungen über die Abhängigkeit des Globus pallidus und des H.L.B. in anatomischer und physiologischer Hinsicht. Beobachtungen an groszhirnlosen Tieren.

Über dieses Thema habe ich vor kurzem [1]) eine reich illustrierte Abhandlung publiziert, auf welche hier verwiesen sei. Die zahlreichen Versuche an groszhirnlosen Tieren mit nachfolgender anatomischer Nachuntersuchung des Hirns lieferten, sowohl in anatomischer als physiologischer Hinsicht bemerkenswerte, meine früheren Schlüsse bestätigende

---

[1]) L. J. J. MUSKENS: Globus pallidus und H.L.B., Schweizer Archiv. f. Neurologie Bd. XXVI, S. 27—41.

Resultate. Der GOLTZ'sche, der ROTHMANN'sche Hund (Abb. 40, S. 386), die Arbeiten WINKLERS, FERRAROS, der ZELIONI'sche Hund wurden in dieser Hinsicht nachgeprüft.

Daselbst wird auch Stellung genommen zu der KODAMA'schen Kritik meiner obengenannten Publikationen. Physiologisch gesprochen wurde es klar, dasz ein absteigendes Faserbündel im H.L.B. (Tr. commissuro-medullaris) den Reitbahngang (beim Menschen regulierte Deviation von Kopf und Augen) nach der operierten Seite kontrolliert, während das andere Bündel (Tr. interstitio-spinalis) die Rollbewegungen nach der gesunden Seite beherrscht. Die Symptome nach Verletzung des Globus pallidus sind vollkommen in Übereinstimmung mit dieser Korrelation. Diese posturalen lokomotorischen Funktionen sind gesondert im Globus pallidus lokalisiert. Also stellte es sich heraus, dasz:

1. das Corpus striatum eine vestibuläre, besser supra-vestibuläre Funktion besitzt;
2. die genauere Lokalisation von Krankheitsprozessen im Hirnstamm des Menschen mit Hilfe dieser neugewonnenen Gesichtspunkte ermöglicht wird. Denn sowohl bei der Katze als beim Menschen findet man den *vorderen* Abschnitt des Pallidums mit dem gleichseitigen Nuc. interstitialis, den *lateralen* Abschnitt des Pallidums mit dem Nuc. commissurae posterioris verbunden. Deshalb ergibt eine Läsion der vorderen Abschnitte des Pallidums Rollbewegung (Fallneigung) nach der gesunden Seite, eine Läsion des lateralen Abschnitts Manegebewegung und konjugierte horizontale Deviation nach der kranken Seite.

Nur zögernd wurden die Ergebnisse 1914 aufgenommen; speziell die anatomische Abhängigkeit des Längsbündels vom Globus pallidus schien nicht in Übereinstimmung mit allgemein gültigen Anschauungen und fand viel Widerstand. Ein Studium des in der letzten Zeit publizierten Materials auf anatomischen Gebieten zeigt jedoch, dasz dasselbe übereinstimmt mit den obigen anatomo-physiologischen Korrelationen. Bei Versuchen zum Nachprüfen dieser Verhältnisse sind Verletzungen der Commissura posterior auszuschlieszen. Auch die klinischen Ergebnisse stehen nicht mit denselben im Widerspruch.

Nach den Arbeiten von 1914 konnte bestätigt werden, dasz die bei höheren Säugern relativ faserarmen, in dem Längsbündel absteigenden Faserbündel Träger der für die normale Fortbewegung und für das Gleichgewicht (in der horizontalen und frontalen Fläche) unentbehrlichen Funktionen sind; ebenso wie es früher wahrscheinlich erschien, dasz eine Verletzung der Commissurkerne und der Kerne der zentralen grauen Substanz — nicht des Roten Kerns (WEED, RADEMAKER) — für die Entwicklung der Enthirnungsstarre von entscheidender Bedeutung sein könne.[1]) Einseitige Durchschneidung der absteigenden Bündel scheint

[1]) L. J. J. MUSKENS: Jnl. of Physiology, V. 64, 1928, P. 303. Vergl. S. 389 dieses Werkes.

jedoch (im Gegensatz zur einseitigen Durchschneidung der aufsteigenden vestibulären Bündel) keine Zwangsbewegung zu veranlassen (S. 116 und 118 unten).

KAPITEL 13.

ZWANGSBEWEGUNGEN NACH HINTEN IN DER VERTIKALEN EBENE.

§ 1. *Einige anatomisch-physiologische Angaben über das Cerebellum, die für das Problem der Zwangsbewegungen von Bedeutung sind. Näheres über den Dachkern.*

Die fortschreitende Forschung hat in späterer Zeit die Bedeutung des Kleinhirns für die Zwangsbewegungen immer mehr eingeschränkt. Während zur Zeit LUCIANIs noch die Vorstellung herrschte, dasz unter den Ursachen der Zwangsbewegungen die Verletzungen des Cerebellums die wesentlichsten wären, haben schon LEWANDOWSKY u.a.m. Zweifel über diesen Zusammenhang geäuszert. Ich habe 1906—1911 eine Serie von Versuchen ausgeführt, um zu untersuchen, ob man im Sinn von BOLKs Lokalisationsschema durch streng aseptische Exstirpation gewisser Windungskomplexe des Cerebellums Ausfallserscheinungen aufzeigen könnte. Diese Untersuchungen ergaben bezüglich des Hauptziels ein negatives Resultat, doch in einer anderen Hinsicht waren diese Versuche, die mit einer vollständigen MARCHI-Färbung verbunden waren, lehrreich: es ergab sich definitiv, dasz es *niemals zu ausgesprochenen Zwangsbewegungen* oder -stellungen kam [1]), solange die Verletzung auf die Kleinhirnrinde beschränkt blieb und die durch Osmium bewiesenen Entartungen nur die cortico-nuclearen und cerebello-cerebellären Fasern und den *pontinen* Kleinhirnarm betrafen. Traf jedoch die Verletzung den *hinteren* Kleinhirnstiel, wobei vestibuläre Wurzelfasern und meistens auch das Areal der vestibulären Kerne verändert gefunden wurden, dann sah man *Zwangsbewegungen in der frontalen Ebene (Rollen)* und in der *horizontalen (Manegebewegungen)* auftreten, und zwar in der Regel nach der Seite der Verletzung. Falls jedoch in der erwähnten Verletzungsserie der *vordere* Kleinhirnarm getroffen war, traten *Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene*, und zwar *nach hinten oben*, mit gewisser Regelmäszigkeit auf. Dasselbe wurde nach Verletzung eines und vor allem beider

---

[1]) In Zusammenhang mit diesem Resultat ist die Bemerkung von A. FOREL (Arch. f. Psych. Bd. 18, 1887, S. 190) interessant: Man kann, wie es schon SCHIFF und GUDDEN taten, „die Rinde eines Teils des Wurms, Pons, Bindearms, Brückenarms, Corpus restiforme zur Atrophie bringen ohne eine Spur von Bogengangbewegungen".

Dachkerne beobachtet.[1]) Verletzung des Nuc. dentatus allein ergab nur eine schwach ausgeprägte, vorübergehende Zwangsstellung in der horizontalen Ebene. Zwangsbewegungen nach vorn unten wurden bei dieser Versuchsreihe niemals beobachtet. In den Untersuchungen von PROBST, THOMAS und DURUPT, KOHNSTAMM, BESTA, ECONOMO und KARPLUS, welche ebenfalls sorgfältige Beobachtungen über das Betragen der Tiere nach verschiedenen Operationen aufzeichneten, fand ich keine Beobachtungen, die mit den meinigen in offenem Widerspruch stünden. Vielmehr schienen diese Beobachtungen imstande zu sein, damals paradox scheinende Resultate anderer Untersuchungen zu erklären.

So kamen BORGHERINI und GALLERIANI[2]) zu der Meinung, das Cerebellum sei, physiologisch gesprochen, eine Einheit; ein kleines Blättchen, das man bei jungen Hunden übrig liesz, genügte, um einer sonst vollkommenen Ataxie vorzubeugen. FISCHER[3]) war über die Tatsache erstaunt, dasz man eine solche Masse vom Cerebellum wegnehmen muszte, um ataktische Störungen hervorzurufen. BREMER[4]) äuszerte sich: die cerebelläre Ataxie „ist nicht jenseits aller Kritik, kommt vielleicht eigentlich nur durch Druck auf die Medulla zustande". LUNA beobachtete bei Hunden nach Verletzung des „Lobus lunatus anterior", wobei wahrscheinlich das Crus anterior mitgetroffen war, eine "steppage", d.h. eine *Neigung, sich zu bäumen*. Auch HORSLEYs und CLARKEs Befund, dasz verschiedene Säugetiere nach Verletzung der para-cerebellären Kerne, zu welchen die Dachkerne gerechnet werden, nicht *stehen* konnten, fällt in dieses Gebiet. Ebenso die Bemerkung von FERRIER und TURNER[5]), dasz die Tiere, bei denen der mittlere Lappen exstirpiert wurde, in den ersten Tagen den Kopf nach hinten trugen oder rückwärts fielen; gleichfalls die Beobauchtung von HOSHINO[6]): bei Exstirpation des Wurms Wenden der Augen nach oben und hinten.

Die einander widersprechenden Angaben über die *faradische* Reizung der Kleinhirnrinde (HORSLEY und CLARKE, BREMER, MUSSEN, BARANYI u.a.m.) sind noch nicht erklärt; meiner persönlichen Meinung nach sind die lokalen Verhältnisse im Cerebellum der gewöhnlichen Versuchstiere so, dasz man niemals mit Sicherheit Stromschleifen durch die tieferen Teile ausschlieszen kann. In Zusammenhang damit möchte ich daran erinnern, dasz auch hinsichtlich der Enthirnungsstarre die Rolle des Cerebellums

---

[1]) REICH, BARANYI und ROTHFELD bestätigten dies, 1912 (Neur. Zentralbl., Nr. 17). RASMUSSEN jedoch sah zuweilen vorbeigehende cerebelläre Erscheinungen (Jnl. Comp. Neurol., Bd. 57, 1933, S. 167). Hier befindet sich R. in derselben Lage worin sich, für die olivären Symptome, seinerzeit KELLER befunden hat (Vergl. Ref. S. 129).

[2]) A. BORGERINI und G. GALLERIANI: Arch. Italienna de Biologia, 1892, XVII, S. 64.

[3]) E. FISCHER: Researches Loomis' Lab. New-York, 1892, II, S. 102.

[4]) BREMER: Arch. Internat. de Physiol., 1922, XIX. Er sagt: Für die Entstehung der Enthirnungsstarre sind die vestibulären Kerne unentbehrlich, jedoch nicht das Labyrinth.

[5]) FERRIER und TURNER: Philosoph. Transaction, Bd. 185, 1893, S. 423.

[6]) HOSHINO: Acta otolaryngologica, Bd. II, 1921.

durchaus nicht an Deutlichkeit gewonnen hat. Wenn ich schon früher darauf aufmerksam gemacht habe, dasz jede Forschung von Stellungs- und Tonusabweichungen die supra-vestibulären Verbindungen und die davon abhängigen Zwangsstellungen und -bewegungen berücksichtigen müsse, so gilt diese Regel ganz besonders für den Einflusz des Cerebellums. Wenn nach der Feststellung von COBB, BAILEY und HOLTZ [1]) eine faradische Reizung des Brachium superior cerebelli die Spannungsstellung abschwächt („Inhibition" der Enthirnungsstarre) — so gehört diese Beobachtung in die gleiche Reihe wie meine Feststellung vom Auftreten einer Zwangsstellung nach hinten bei Durchschneidung dieses Brachiums, sowie bei Verletzung des Nuc. tecti. Ist doch zu erwarten, dasz eine faradische *Reizung* eines Kerns oder Bündels, welche im Falle einer *Läsion* eine Zwangsbewegung nach oben und hinten verursacht, eine Zwangsbewegung nach *unten* und nach vorn hervorbringt, oder, was auf dasselbe herauskommt, Schrittbewegungen bei Vierfüszlern und aufrecht gehenden Säugetieren, wie SACHS und HORSLEY [2]) diese Bewegungen bei elektrischer Reizung des Crus anterior sahen. Während ich später in Tafelform eine Anzahl Versuche im Zusammenhang damit bringen werde, will ich doch schon jetzt auf die besondere Stellung, die der Nuc. tecti unter den Kleinhirnkernen einnimmt, hinweisen. Schon DEJERINE [3]) betont, dasz die Zellen dieses Kerns von einem gröszeren Typus sind als die Zellen aller anderen Kleinhirnkerne, und dasz sie mit denjenigen des DEITERS- und des BECHTEREW-Kerns vergleichbar sind. Wie BRUNNER [4]) mit Hinweis darauf bemerkt, ist der mediale Kleinhirnkern der ältere; der Nuc. lateralis oder dentatus der jüngere. KOHNSTAMM hebt den Zusammenhang der medialen Kerne mit den vestibulären hervor. Auch haben WEIDENREICH und PREÇECTEL [5]) darauf hingewiesen dasz bei vielen Säugetieren der Nuc. tecti mit dem BECHTEREW-Kern verschmolzen ist. Kurz und gut, die physiologischen und anatomischen Beobachtungen an den Kleinhirnkernen stehen durchaus nicht im Gegensatz zu meiner 1906 geäuszerten Annahme, dasz der Nuc. tecti einem vestibulären Kern gleichwertig sei.

Alles in allem glaube ich, dasz wir die Definition von THOMAS und DURUPT, dasz die „cerebellären Zentren als Richtungszentren" betrachtet werden müssen, und die von LEWANDOWSKY [6]), dasz das Cerebellum in erster Reihe „zur Orientierung im Raum" diene, nun schärfer begrenzen können und zur Behauptung berechtigt sind, in jedem Fall habe das Cerebellum (genauer: der Nuc. tecti und ein Teil des Brachium anterior)

---

1) COBB, BAILEY und HOLTZ: Am. Jnl. of Physiol., Bd. 44, 1917, S. 239.

2) E. SACHS und HORSLEY: Brain, 1909, S. 177.

3) DEJERINE: Anatomie, Bd. II, 1911.

4) BRUNNER: Oberst. Arb. XXII, 1920, H. 2 und 3.

5) PREÇECTEL: Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam, XXVIII, 1925, S. 85.

6) LEWANDOWSKY: Neurol. Arbeiten, Schriften der Med. Naturwiss. Gesellsch., Jena 1904, Bd. 10.

viel mehr mit der Lokomotion (und eventuell Orientierung) in der vertikalen Ebene, als mit der in den anderen Ebenen zu tun. Auch die Beobachtungen späterer Forscher, wie ROSSI, LUNA, SIMONELLI, V. RIJNBERK, — nach denen die sogenannte "steppage", das hohe Aufheben der Vorderpfoten, wie es bei Tieren mit Zwangsbewegungen nach hinten beobachtet wird, auch nach Wegnahme des Crus primum vorkommt, nämlich wenn die Exstirpation etwas tiefer ging (und also auch die medianen Kerne mittelbar durch Erweichung oder unmittelbar betroffen wurden) — stehen, wie mir scheint, mit dieser Auffassung nicht im Widerspruch.

Die Frage, die m.E. mit dem obenerwähnten Problem nichts zu tun hat und die unlängst wieder von DE VILLAVERDE [1]) aufgeworfen wurde, ob ein von den cerebellären Kernen ins Rückenmark absteigendes Bündel bestehe, musz nach meinem Flocculus-Experiment am Eichhörnchen und Kaninchen [2]) dahin beantwortet werden, dasz für *Säugetiere*, was die Rinde und den Nuc. lateralis betrifft, diese Annahme unwahrscheinlich ist. Bei beiden Versuchstieren ist der Flocculus fast ganz in einer besonderen Knochenkapsel eingeschlossen, so dasz man ihn bequem ohne Nebenverletzung entfernen kann. Beim Eichhörnchen besteht der Flocculus ausschlieszlich aus Rinde, beim Kaninchen aus Rinde + einem Teil des Nuc. dentatus. Bei beiden Tieren wurde *nach Exstirpation des Flocculus keine einzige ins Rückenmark absteigende Faser degeneriert gefunden.* Bei *Vögeln* dagegen haben FRIEDLÄNDER, WALLENBERG u.a. cerebelläre in das Rückenmark absteigende Fasern aufgezeigt. Die entarteten Fasern aus demjenigen Teil des Nuc. dentatus, der im Flocculus des Kaninchens eingeschlossen ist, bilden einen besonderen Abschnitt im Querschnitt des Crus anterior cerebelli, und zwar das dritte Fünftel. Diese letzte Tatsache mag als Bestätigung für die Auffassung von ELLIOT SMITH und BOLK dienen, nach welcher der Flocculus ein Teil des Cerebellums ist, der in morphologischer Hinsicht vollkommen für sich steht. Was die auf- und absteigenden cerebellären Fasern im hinteren Längsbündel betrifft, siehe meine Bemerkungen in Kapitel 6, S. 40.

§ 2. Die Zusammensetzung des Crus anterior cerebelli.

Seitdem MARCHI die Osmiumfärbungsmethode eingeführt hat, hat es wenig Diskussionen über die Richtung gegeben, in welcher der vordere Kleinhirnstiel entartet. Alle Autoren erkannten an, dasz dieser Arm cerebello-fugale Fasern umfasse, die durch WERNEKINKs Commissur zum gekreuzten Roten Kern verliefen und im prädorsalen Areal eine absteigende Kollaterale aussendeten (THOMAS), während nur eine beschränkte Zahl (auch ungekreuzter) Fasern in den Thalamus und Hypothalamus durchdringe. Auch bestand wohl Einstimmigkeit über die von WALLENBERG, KLIMOW und CAJAL bewiesene Endigung der Crusfasern im Oculo-

---

[1]) VILLAVERDE: Trabajos del Lab. de Biolog. Univ. Madrid, 1920, S. 145.
[2]) MUSKENS: Koninklijke Akad. v. Wetensch. Amsterdam, 1905, S. 563 und 575.

motoriuskern. Nach MAHAIM nahm niemand mehr an, dasz bei den Säugetieren im vorderen Kleinhirnarm auch ein absteigender Anteil vorhanden sei. Die Deutlichkeit, mit der man bei Vögeln Fasern, die aus dem Striatum in diesen Teil absteigen, degeneriert sieht, kann aber wieder Zweifel darüber aufkommen lassen, ob nicht möglicherweise ein etwa *markscheidenfreier* Teil von den oralen Teilen auch bei den Säugetieren doch zum Cerebellum gehe.

Die Unzulänglichkeit der Osmiumfärbung in den Fällen, bei denen marklose Fasern angenommen werden, ist Ursache dafür, dasz noch immer eine Kontroverse besteht, weniger über die Existenz eines nicht in dem Roten Kern endenden Teils, als über das Ende eines solchen oral weitergehenden Bündels. Im accessorischen Bindearmbündel von PROBST und LUNA sehen VAN GEHUCHTEN und ALLEN nichts anderes, als den Radix mesencephalicus trigemini. MONAKOW sieht die erwähnten oraler vordringenden Fasern im Nuc. med. thalami, nach WALLENBERG [1]) enden sie auch unter dem Roten Kern und nach FORELS Feld hin. PROBST beobachtete, dasz der Lemniscus im caudalen Teil des Nuc. ventr. ant. verschwindet, die Brachiumfasern im oralen Teil dieses Kernes und im lateralen Kern; nur wenige Fasern im medianen Kern. Bei der Katze enden Bindearmfasern im zentralen Grau (eigene Beobachtung) und im sogen. Centre médian des Thalamus.

Die Frage, vor welche wir uns jetzt gestellt finden, ist: sind meine den Dachkern betreffenden Beobachtungen mit den sonstigen Erfahrungen über die anatomo-physiologische Grundlage der Zwangsbewegungen (Lokomotion und Augenbewegungen) in Einklang zu bringen? Für die Beantwortung dieser Frage erinnern wir uns, welche Verbindungen dieser Kern unterhält. Wir wissen sowohl, dasz der Dachkern mit dem primären vestibulären Kernkomplex in der Oblongata in vielfacher Verbindung steht, als auch, dasz in beiden Richtungen verlaufende Nervenfasern die untere Olive mit dem Dachkern verbinden. Was uns weiter not tut, ist zu wissen, welche zentripetalen Verbindungen der Dachkern mit dem Prosencephalon unterhält. Eben hier sind unsre Kenntnisse sehr beschränkt. Wir kennen zwar den Tr. uncinatus als ein faserreiches Gebilde zwischen dem Dachkern und der Substantia reticularis des Hirnstammes; über besondre Dachkernanteile des Bindearms bei den Säugern sind wir nicht orientiert.

Angesichts dieser bedauernswerten Lücke in unsren Kenntnissen liegt es nahe, uns die Verhältnisse bei den Vögeln in Erinnerung zu bringen, wo wir einen Tr. cerebello-diencephalicus kennen lernten (S. 60) und dessen mutmaszliche Beziehung zu den Zwangsbewegungen und zwar zu solchen in der vertikalen Ebene (nach oben). Deshalb ist es eine Aufgabe für die anatomo-physiologische Forschung bei den Säugern

---

[1]) WALLENBERG: Anat. Anzeiger, XVII, 1900, S. 107; Bd. 25, 1904, S. 142; Bd. 31, 1907, S. 369. Nervenheilk., Bd. 41, S. 8 und Deutsch. Med. Wochenschr., 1910, S. 2229. Nähere Literaturnachweise siehe meine Brainabhandlung 1914.

festzustellen, ob auch deren Bindearm etwa einen Tr. cerebello-diencephalicus enthält, der eventuell in das System der olivo-striären und olivo-grisealen Verbindungen eintreten könnte. Zunächst wollen wir an vergleichend-anatomischem Materiale nachprüfen, ob und inwieweit die in der Literatur wiederholt aufgetauchte Vermutung: die untere Olive habe mit dem Aufrechtgehen zu tun, zu Recht besteht, und die vergleichend-anatomischen Gründe prüfen, die für eine Bedeutung der zentralen grauen Kerne unter der hinteren Commissur für die vertikale Lokomotion sprechen.

KAPITEL 14.

DIE BEDEUTUNG DER UNTEREN OLIVEN UND DER ZENTRALEN GRAUEN KERNE FÜR DIE LOKOMOTION IN DER VERTIKAL-EBENE.

§ 1. *Was lehrt das vergleichend-anatomische Studium der unteren Olive?*

Da wir in einer gesonderten Publikation über die unteren Oliven diese Aufgabe, soweit es die vorliegenden Beobachtungen gestatten, erledigt haben [1], möchte ich hier mich auf eine Zusammenfassung der Ergebnisse beschränken.

1. In einem vergleichenden Studium — an einer groszen Reihe von Säugern — des lateralen und des medianen Kerns der unteren Oliven stellt sich ein gewisser Gegensatz heraus zwischen den Tierformen, deren Lokomotion und Körperhaltung nach vorn und unten gerichtet ist (Wassersäuger, Grabtiere, Tiere mit starkem Einrollreflex), und solchen, denen ein starker Aufsitzreflex oder der aufrechte Gang eigen ist (Mensch und Anthropoiden, auch die erecten Beuteltiere). Bei der ersten Gruppe erscheint der mediane Kern der Olive eher als Hauptolive; bei den letzteren der laterale Olivenkern. Interessante Verhältnisse findet man überhaupt bei denjenigen Säugern, denen eine Fortbewegung in flüssigen Medien, also nach unten und oben (stark spezialisierte Wassersäuger — Natantia — und weniger ans Wasserleben angepaszte Seehunde — Pinnipedia — und Fledermausartige), eigen ist, weiter bei Eichhörnchen und den mit dem Rücken nach unten hängenden Faultieren. Bei den niedrigeren Säugern sind beide Kerne durch zahlreiche Faserbündel miteinander und mit dem Raphe-Kern verbunden. Nach NISSL-HUBER-Färbungen an Embryonenserien verschiedener Säuger erscheint die Genese der unteren Olive aus dem Raphe-

---

[1]) MUSKENS: Anat. Anzeiger, Bd. 77, 1934, S. 369—408.

Kern wahrscheinlich. Bereits bei Beinfischen (Karauschen) kann man an histologischen Unterschieden verschiedene Abschnitte der unteren Olive erkennen.

Was die experimentellen und pathologischen Untersuchungen an den unteren Oliven betrifft, so sind auch diese gesondert veröffentlicht worden.[1]) Ich beschränke mich hier auf die Schluszfolgerungen, womit ich in Hinsicht auf die juxta-vestibuläre Bedeutung der unteren Olive endete.

§ 2. Experimentelle Beobachtungen über die Verbindungen und die Funktion der unteren Oliven; das dazu vorliegende pathologisch-anatomische Material vom Menschen.

Eine Katze zeigte nach einem Stich in den rechten medianen Olivenkern verschiedene Tage Neigung zum Aufbäumen, welche kurz vor dem Tode noch verstärkt wurde durch ein zweites Trauma (Verletzung der Commissur zwischen den beiden Dachkernen).

Anatomischer Befund: *a. Absteigend:* entartet fand man: Fasern im Vorderstrangbündel rechts und links, sowie einige im Vorderseitenstrang. *b. In der Höhe der Olive:* viele Commissurfasern zur andren Olive (ventraler Abschnitt). Wenige Fasern in dem ventralen Teil des Corpus restiforme, welche bis zur Mitte des Wurms zu verfolgen sind (Fib. arc. int.). Viele Fontäne-artige, teilweise kreuzende Fasern, die in dem H.L.B. absteigen (unter a). Weiter dorso-oliväre Fasern zum Vestibulärkern. (Bereits Keller sah diese Fasern meist zu den medianen Oliven hin entarten). *c. Aufsteigend:* man findet eine grosze Anzahl durch die Schleife aufwärts in die Substantia reticularis ziehender Fasern entartet, bis in den Thalamus hinauf (Nuc. ventralis und Kerne der zentralen grauen Substanz). Weil anscheinend hier die Fasern ihre Markscheide verlieren, kann man nur mutmaszen, dasz eine Anzahl Fasern via die Lamina externa thalami in dem Neostriatum enden.

Der Vergleich dieser Ergebnisse mit den an anderen Abteilungen der unteren Oliven erzielten ergibt einerseits eine gewisse Vergleichbarkeit mit den Versuchen Starlingers, während anderseits gewisse Unterschiede zwischen den Entartungen nach Verletzung *verschiedener Abschnitte* der unteren Olive sich herausstellen. Verletzungen des lateralen Abschnitts der unteren Oliven gehen mit Kriechbewegungen einher. Diese Besonderheiten sind in der ursprünglichen Publikation nachzuschlagen.[2]) Die strio-olivären Verbindungen entarten, wie wohl die meisten supra- und juxta-vestibulären Bündel, in beiden Richtungen. Namentlich nach Verletzungen der Forelschen Kreuzung (orale Partie) sieht man einerseits absteigend zu den unteren Oliven, anderseits aufsteigend zahlreiche feine Fasern zwischen innerer und äuszerer medullärer Lamelle verlaufen. Auch das Bündel lateral vom H.L.B.

---

[1]) Ausführliche Mitteilung: Archiv f. Psychiatrie, 1934. B. 102, H. 5.

[2]) Loc. cit., S. 129.

(PROBST, WALLENBERG) scheint Fasern in die untere Olive zu entsenden. Die Herkunft dieses Bündels ist noch immer nicht festgestellt. Meine an genannter Stelle publizierten Fälle lassen einen teilweisen Ursprung aus dem lateralen Kern der zentralen grauen Substanz nicht unwahrscheinlich erscheinen. Vergleiche ich die eigenen Beobachtungen mit denen anderer Autoren, so kann ich sagen, dasz man als pathophysiologische Folge einer Verletzung (und Entartung) des ventralen, zur latero-ventralen Olive ziehenden Haubenbündelanteils Zwangsbewegungen nach *unten* beobachtet (dieses Faserbündel kommt auch bei Hund und Katze vor). Dagegen schien die dorsale Region des zentralen Haubenbündels aus das Neostriatum mit der Olive (und zwar deren Pars medioventralis) verbindenden Fasern zu bestehen, deren Verletzung Zwangsbewegungen nach *oben* zur Folge hat.[1]) Verschiedene Verletzungen des Neostriatums lieferten mir Osmiumpräparate, welche die Vermutung JELGERSMAs bestätigen (Ursprung der olivo-petalen Bündel im Nuc. caudatus). Meine sämtlichen Fälle bestätigen also anscheinend die Annahme WALLENBERGs, der den Ursprung des zentralen Haubenbündels im Nuc. lentiformis vermutete. Ein Vergleich der MORGAN'schen Fälle mit den meinigen scheint ebenfalls für WALLENBERGs Auffassung zu sprechen. Andre meiner Versuche sprechen für einen Ursprung des medianen Abschnitts des Bündels aus dem zentralen Höhlengrau.

Die in der Literatur vorhandenen Herdverletzungen der unteren Olive des Menschen bestätigen die experimentell erhobenen Tierbefunde: ein Olivenherd hat einen gröszeren Einflusz im Sinne der vertikalen Abweichungen als ein Herd in der Acusticusgegend. Auch hier vermiszt man vielfach Angaben über Fallneigung nach vorn und hinten. Unterbrechung der zentralen Haubenbahn beim Menschen hat wohl nie eine richtige vertikale Blickzwangsstellung zur Folge; höchstens nimmt man bei einem solchen Herd vertikalen Nystagmus wahr.

Es stellt sich heraus, dasz die Mechanik der vertikalen Störungen ganz anders organisiert ist als die der Zwangsbewegungen in der horizontalen und frontalen Ebene. Hier sind, mittels der dorso-olivären Bündel, die unteren Oliven in die vestibulären Reflexe eingeschaltet. (Abb. 24, S. 274). Es stellt sich weiter heraus, dasz pathologische Veränderungen in diesem para-vestibulären System mit verschiedenen Formen von Abasie einhergehen, u.a. kleine Schritte machen (MUSKENS[2])).

Ein Studium der Fallneigungsformen bei Erkrankung des Stirnhirns bei Pseudosclerose und Paralysis agitans schlieszt die ausführliche Arbeit. Es wird betont, dasz man im Sinne meiner Arbeit (1928, Jnl. of Physiol.) das Problem der Enthirnungsstarre nur dann unsrem Verständnis näher bringen kann, wenn man die Stelle der Durchschneidung der supra-vestibulären Bahnen, und auch die Kerne der zentralen grauen Substanz be-

---

[1]) Loc. cit., S. 129.

[2]) MUSKENS: Arch. f. Psych. 1934, Bd. 102, H. 5 und S. 307 u. 349 dieses Werkes.

rücksichtigt.[1]) Experimentelle und klinische Erfahrungen werden hervorgehoben, welche ein neues Studium der von der Hirnrinde ausgelösten koordinierten Augenbewegungen notwendig erscheinen lassen, wobei die supra-vestibulären, d.h. oculomotorischen Funktionen des Striatums voll berücksichtigt werden.[2])

Ein Studium der in der Literatur niedergelegten Groszhirnexstirpationen hat keine gegen die obigen Schlüsse sprechenden Tatsachen geliefert.

§ 3. Zusammenfassende Übersicht über die primären und sekundären vestibulären Zentren, welche die Zwangsbewegungen in der horizontalen, frontalen (die Commissurkerne) und die in der vertikalen (sagittalen) Ebene (Kerne der zentralen grauen Substanz) beherrschen.

Der Gang dieser Untersuchungsreihe war so, dasz zuerst die Bedeutung der primären vestibulären Kerne und der Commissurkerne (Nuc. Commissurae posterioris und Nuc. Interstitialis) für die Manege- und Rollbewegung nachgeprüft wurde. In zweiter Linie wurde versucht eine bessere Einsicht in den Mechanismus der vertikalen Zwangsbewegungen zu gewinnen, indem man die anatomischen und physiologischen Folgen von Verletzungen der die unteren Oliven mit den vestibulären Kernen verbindenden Faserbündel studierte und weiter zu erfahren versuchte, welche Gebilde im Thalamus im Falle einer Läsion vertikale Zwangsbewegungen hervorrufen. Schlieszlich wurde an Hand vergleichend anatomischen und klinischen Materials wahrscheinlich gemacht, dasz den beiden Kernen der zentralen grauen Substanz unter der Commissura posterior eine ähnliche supra-nucleäre Funktion zukommt, wie wir sie für die Commissurkerne in Hinsicht auf die Zwangsbewegungen in der horizontalen und frontalen Ebene feststellen konnten. Unter diesen Umständen erscheint es nützlich, hier in zusammenfassender Weise über die bis jetzt erreichten Resultate an den primären und sekundären vestibulären Kernen (incl. Nuc. Commissurae posterioris, Nuc. Interstitialis und beiden Kernen der zentralen grauen Substanz unter der Commissura posterior) zu berichten. Während die Einzeluntersuchungen über die vestibulären Kerne in Verbindung mit der Manege- und Rollbewegung bereits früher publiziert worden sind [3]), werden die vergleichend anatomischen experimentellen und klinischen Untersuchungen über die

---

[1]) Frau ZAND hat für das Entstehen der Enthirnungsstarre vor allem die enthemmte Funktion der unteren Oliven verantwortlich gemacht. Übrigens haben nicht nur MEYNERT und andre Vorgänger sondern insbesondre auch Frau ZAND die starke Entwicklung des lateralen Abschnitts der unteren Oliven beim Menschen mit dessen aufrechtem Gang (Streckstellung) in Verbindung gebracht. In dem einen Punkte: die Hauptolive des Menschen funktioniert als ein „Streckzentrum", stimmen ihre und meine Ansichten überein.

[2]) MUSKENS: Archiv f. Psychiatrie, Bd. 102, 1934, H. 5.

[3]) Brain, 1914 und 1922.

untere Olive [1]) und die beiden Kerne der zentralen grauen Substanz erst in diesem Werke (S. 368) veröffentlicht.

§ 4. *Schluszfolgerungen aus älteren und neueren Untersuchungen über die primären und sekundären vestibulären Kerne (Nuc. Comm. posterioris, Nuc. Interstitialis und die grauen zentralen Kerne).*

1. Bisher vorliegende Versuche zur anatomisch-physiologischen Analyse der verschiedenen Abschnitte des primären vestibulären Kerns hatten noch wenig Gesichertes geliefert. Verletzungen des Nuc. triangularis hatten mehrfach Rollbewegungen, HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung der Augen und entsprechenden rotatorischen Nystagmus und zwar nach der kranken Seite zur Folge; während Läsion der lateralen Teile des DEITERS-Nucleus mit Manegebewegungen, konjugierter horizontaler Deviation und Nystagmus der Augen nach der kranken Seite einherzugehen scheint. Die Beobachtungen über den Ramus descendens, Nuc. VIII und über den Nuc. BECHTEREW stehen miteinander im Widerspruch. Gewisse Beobachtungen scheinen für eine Korrelation der medianen Vestibulariskernabschnitte und der vertikalen Bewegungen zu sprechen, während andere Beobachtungen auf die Bedeutung der unteren Oliven für letztere hinweisen.

2. Nachdem erst rein anatomisch die morphologische Sonderstellung der beiden Commissurkerne (Nuc. Commissurae posterioris und Nuc. Interstitialis) erkannt worden war, hat die anatomo-physiologische Untersuchungsmethode deren Bedeutung als sekundärer oder supra-vestibulärer Kerne dargetan, als deren efferente Bahnen den Tr. commissuro-medullaris und den Tr. interstitio-spinalis aufgedeckt und seit 1914 auch deren Faserverbindungen mit dem Globus pallidus. Eine Verletzung des Nuc. Commissurae posterioris hat in *anatomischer* Hinsicht: Entartung des gleichseitigen Tr. commissuro-medullaris und der commissuro-pallidären Verbindung zur Folge; in *physiologischer* Hinsicht: Manegebewegung nach der kranken Seite und konjugierte horizontale Deviation von Kopf und Augen. — Eine Verletzung des Nuc. interstitialis hat in *anatomischer* Hinsicht Entartung des gleichseitigen Tr. interstitio-spinalis und der interstitio-striären Verbindung mit dem Globus pallidus zur Folge; in *physiologischer* Hinsicht: Rollbewegung nach der gesunden Seite und entsprechende HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung der Augen.

Wie nach diesen Befunden zu erwarten war, stellte sich heraus, dasz auf Läsion des lateralen Abschnitts des Pallidums Manege nach der kranken, des vorderen Abschnitts Rollbewegung nach der gesunden Seite folgt.

3. Vergleichend anatomische Beobachtungen haben bei denjenigen Tierformen besondres Wachstum jener Commissurkerne (und besonders intime Verbindungen mit den Augenmuskelkernen) dargetan, für welche die betref-

[1]) Anatomischer Anzeiger, Bd. 77, 1934, S. 369—408.

fenden Funktionen besondre Bedeutung haben. So stellte sich heraus, dasz beim Faultier (Choloepus) der Nuc. Commissurae medullaris stark entwickelt und von einer gesonderten Kapsel umgeben ist. Wie bekannt, handelt es sich hier um einen Säugetierrepräsentanten, der, ohne die Körperstellung

TABELLE 1.

Relativer Umfang der Commissurkerne bei verschiedenen Tieren.

Tierform	Nuc. interstitialis	Nuc. commissurae posterioris
Eichhörnchen	Sehr grosz	Grosz
Seehund	Sehr grosz	Jederseits verdoppelt, grosz
Faultier	Winzig	Mächtig, mit eigener Kapsel
Semnopithecus entellus (nach Stengel [1])	Sehr grosz	
Mensch	Winzig	Ziemlich grosz

TABELLE 2.

Relativer Umfang der medialen und lateralen Kerne der zentralen grauen Substanz.

	Oliva inferior		Kerne der subcommissuralen zentralen grauen Substanz		Corpus Striatum	
Tierform	Medialer Kern	Lateraler Kern	Medialer Kern	Lateraler Kern	Nuc. caudatus	Putamen
Wale	Mächtig			Mächtig		Stark
Anthropoiden	Klein	Mächtig	Sehr grosz		Grosz	
Elefant	Gut entwickelt	Umschriebene partielle Verdickung	Mächtig		Stark	
Nemestrinus nemestrinus	Etwas gröszer als bei der Katze	Etwas gröszer als bei der Katze	Mäszig	Mäszig	Klein	Etwas gröszer

zu wechseln, zu einer horizontalen Deviation bis zu 180 ° imstande ist. Lemur catta ist ebenfalls dazu imstande; auch bei diesem Tiere findet man einen ungewöhnlich entwickelten Nuc. commissurae posterioris. Demgegenüber steht die Erfahrung, dasz bei gewissen Tieren, welchen eine besondre Gewandheit in der Lokomotion eigen ist — Eichhörnchen (Sciurus), Indischer Schlankaffen (Semnopithecus entellus) und Lemur catta — der Nuc. Interstitialis ungewöhnliche Entwicklung zeigt. In Tabelle 2. welche diese Verhältnisse illustriert, ist zum Vergleich auch der schwer-

[1]) E. Stengel: Obersteiners Arbeiten, Bd. 26, 1924, S. 419.

fälligere Schweinsaffe (Nemestrinus) aufgenommen. Parallel mit jener Beobachtung geht diejenige, dasz Wassersäugetiere, wie Phocaena communis (Braunfisch), Delphinus delphis (Delphin), Foca vitulina (Seehund), deren Gewandtheit bei Bewegungen in der horizontalen sowie in der frontalen Ebene bekannt ist, nicht nur stark ausgebildete Commissurkerne besitzen, sondern auch besonders entwickelte Verbindungen mit den Augenmuskelkernen zeigen.

4. Zu einem besseren Verständnis der zwei übrigen Commissurkerne (des medialen und des lateralen Kerns der vorderen zentralen grauen Substanz) hat das vergleichende Studium der Verhältnisse dreier Tierformen [1]) geführt, welche schon beim Studium der unteren Oliven durch besondre, und zwar gegensätzliche Entwicklung der Olivenkerne auffielen. Kurz und gut: es handelt sich um die stark spezialisierten Wassersäugetiere (Natantia), bei denen die starke Entwicklung der medianen Oliven in toto (Abb. 14 *a*) zu der vorherrschenden Lokomotion in der vertikalen Ebene und zu der nach vorn unten gerichteten Körperstellung, im Sinne der Biegung des Rumpfes, in Beziehung stehen sollte.[2]) Diese einzigartige Entwicklung des medianen Olivenkerns in toto wurde mit der entsprechenden Entwicklung des lateralen grauen Kerns, d.h. des Nuc. ellipticus (Abb. 14 *b*) in Verbindung gebracht. Eine Bedeutung des lateralen grauen Kerns für die Lokomotion nach vorn und unten erschien bereits aus andren Gründen wahrscheinlich (S. 374).

Diesem Befund gegenüber wurde an die von KOOY u.a. bei den Anthropoiden und beim Menschen gemachten Beobachtungen erinnert, nach

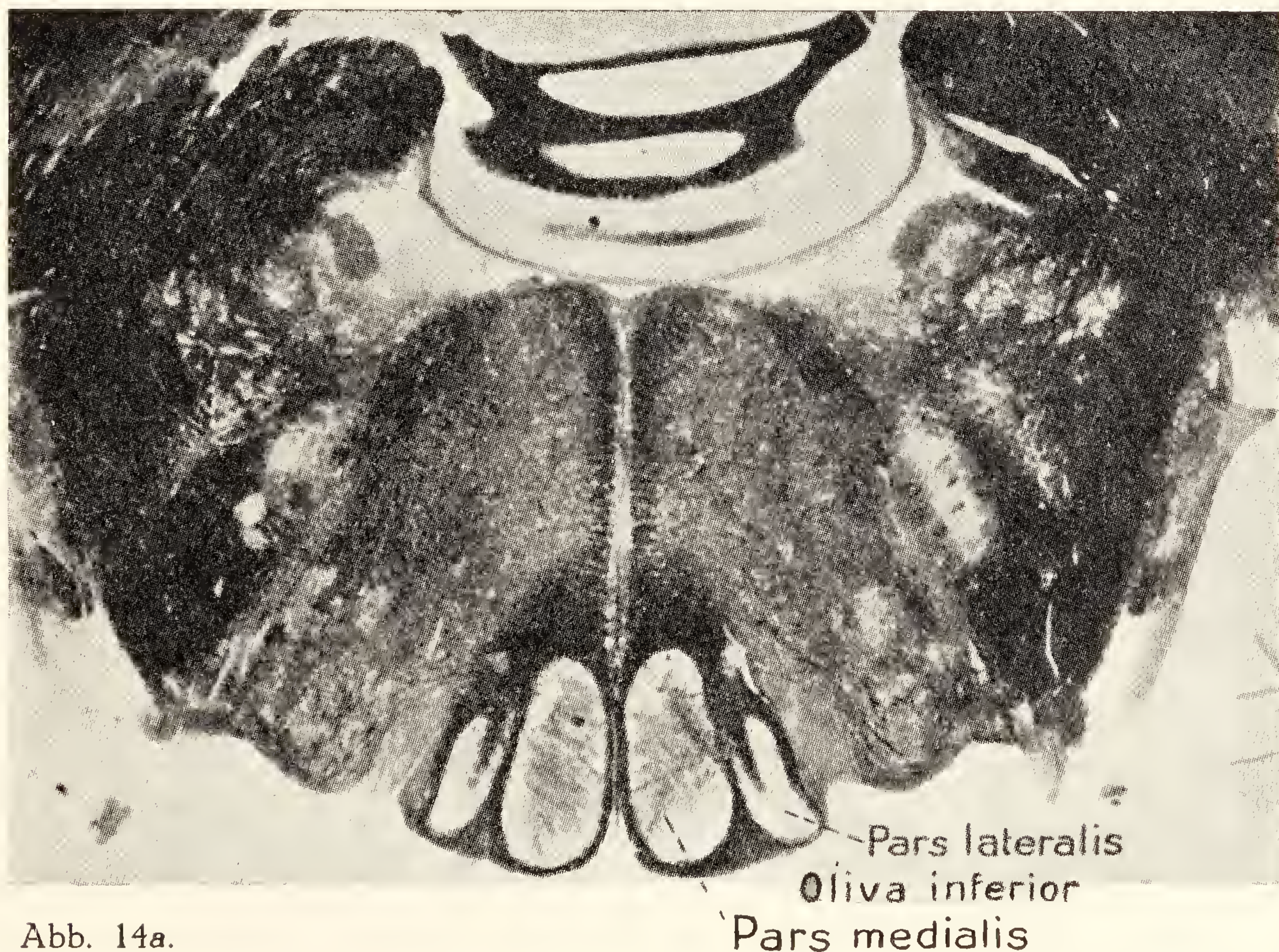


Abb. 14*a*.

[1]) Die betreffenden Belege findet man S. 368 dieses Werkes.

[2]) L. J. J. MUSKENS: Anatomischer Anzeiger, Bd. 77, 1934, S. 369—409.

welchen der laterale Kern der unteren Olive mächtig (Abb. 15 a) resp. monströs entwickelt ist, ein anatomischer Befund, der auch von Frau ZAND

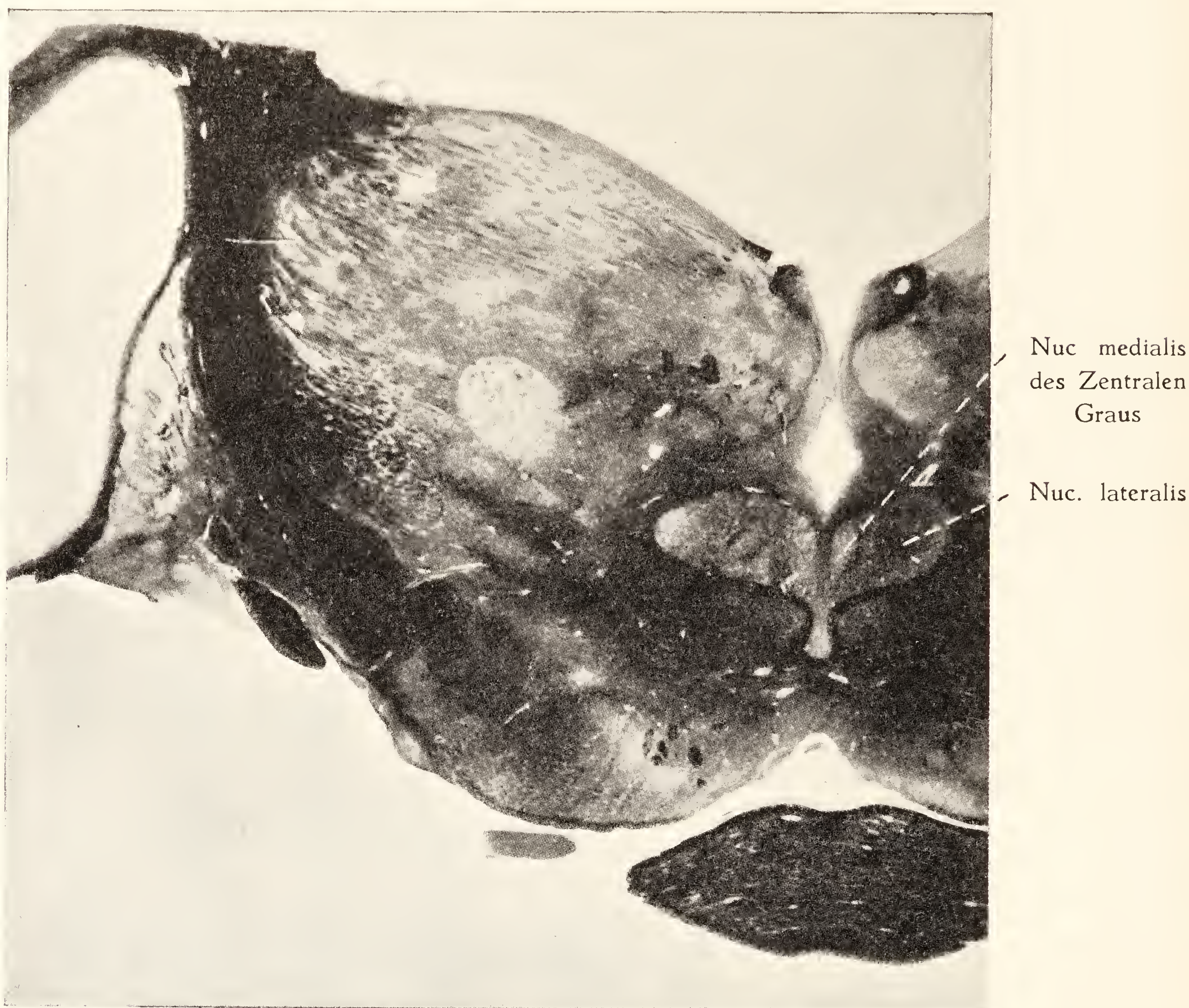


Abb. 14 *b*.

Abb. 14 *a* und *b*: Untere Olive (14 *a*) und Kerne der zentralen grauen Substanz (14 *b*) des Braunfisches (Focaena) nach JELGERSMA [1]).

mit dem Aufrechtgehen dieser Lebewesen in Verbindung gebracht wurde. In Übereinstimmung damit übertrifft bei beiden der mediane graue Kern stark den lateralen an Umfang (Abb. 15 b), ein Verhalten, das beim Menschen am meisten ausgesprochen zu sein scheint. Auch wurden, in Gegensatz zu den Befunden an den nach vorn unten sich bewegenden Wassersäugern, die am Elephanten erhobenen Befunde aufgeführt, wo wir eine besondre (umschriebene) Entwicklung des lateralen Olivenkerns (Abb. 16 a) treffen, der zu dem nur diesen Tieren eigenen Rüssel (der in der freien Natur in Extensionsstellung getragen wird) in Beziehung

[1]) JELGERSMA, G.: Das Gehirn der Wassersäugetiere 1934. Der Autor bestätigt für Focaena meine im Ned. Tijdschr. v. Geneesk. 1934, N⁰. 10, beschriebene Gliederung der zentralen grauen Substanz der Wale.



Abb. 15 a. Starke Oberflächenentwicklung des lateralen Kerns der unteren Olive beim Menschen. (Das Präparat entstammt einem 50-jährigen Individuum, dem in frühester Jugend das linke Pallidum durch einen Herd zerstört wurde. Diesem Umstande ist die Asymmetrie der Oliven, und die Atrophie des linken H.L.B. zuzuschreiben. Fall ausführlich in Brain 1922, S. 470 beschrieben.)

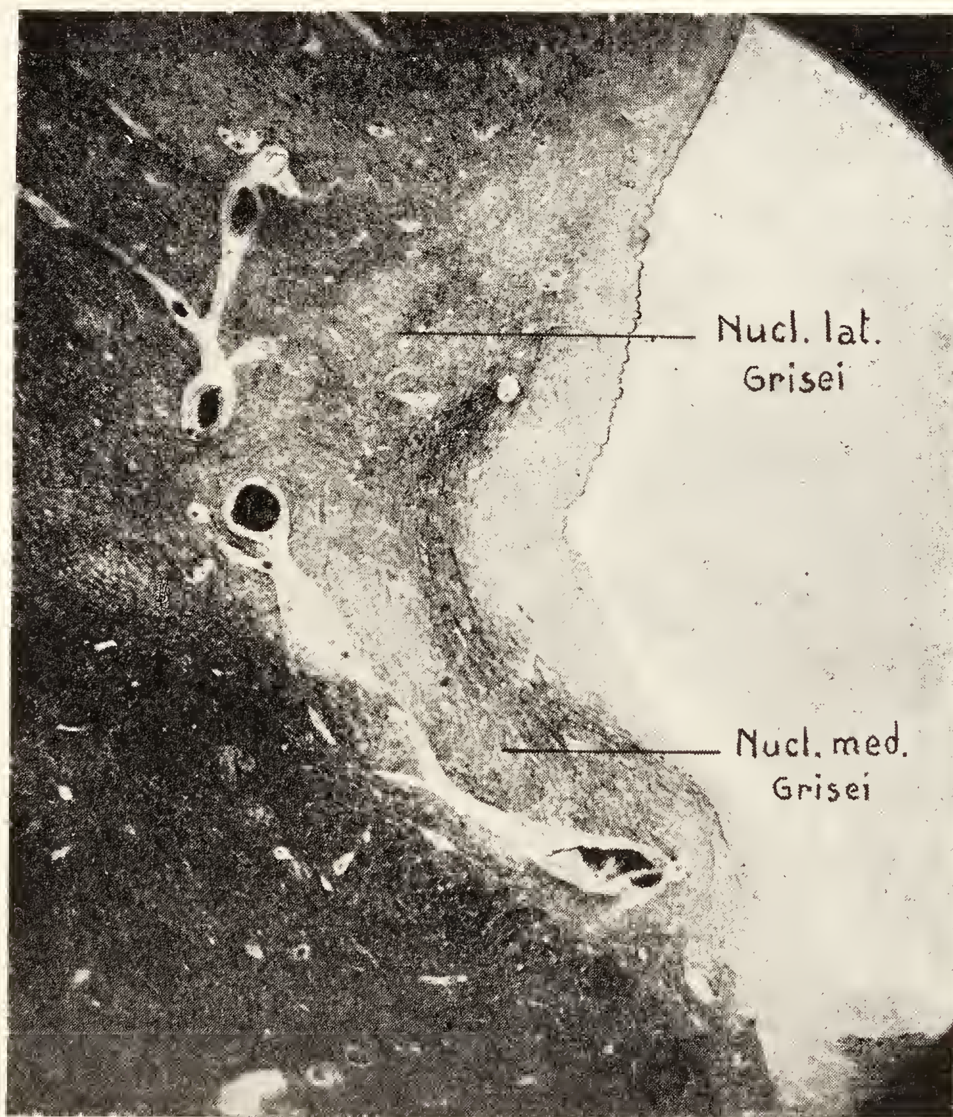


Abb. 15 *b*. Starke Entwicklung des medianen Kerns der zentralen grauen Substanz beim Menschen; relative Atrophie des lateralen grauen Kerns.

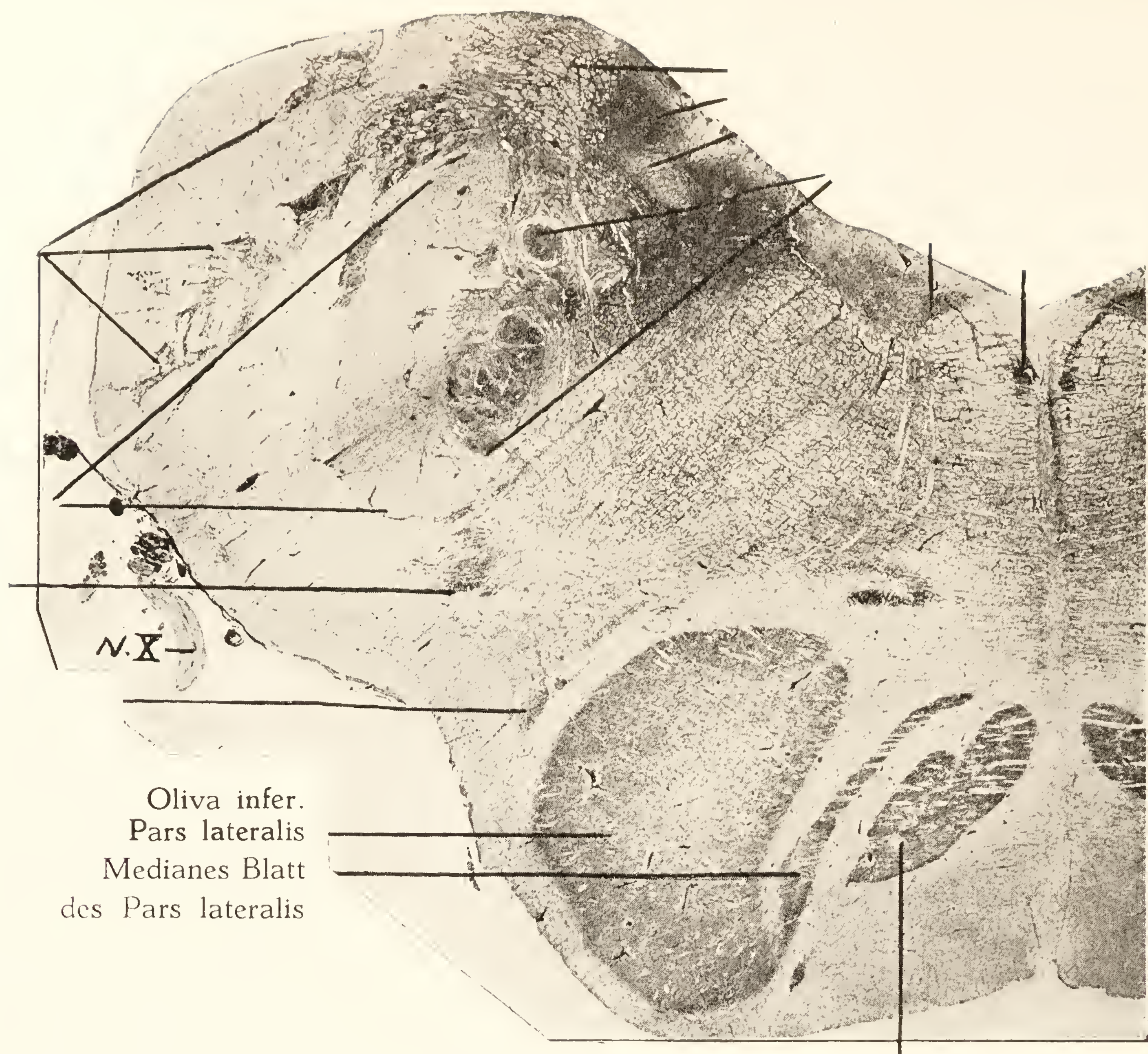


Abb. 16*a*. Sehr starke Entwicklung und zwar nur im dorsalen Blatt des lateralen Kerns der unteren Olive beim Elefanten. Der mediane Kern, monströs beim Walen, erscheint verdoppelt.



Abb. 16*b*. Starke Entwicklung der medianen grauen Kerne des Elefanten, welche in der Mittellinie verschmelzen (im Gegensatz zu den Verhältnissen beim Wale Abb. 14*b* (nach PREÇECTEL).

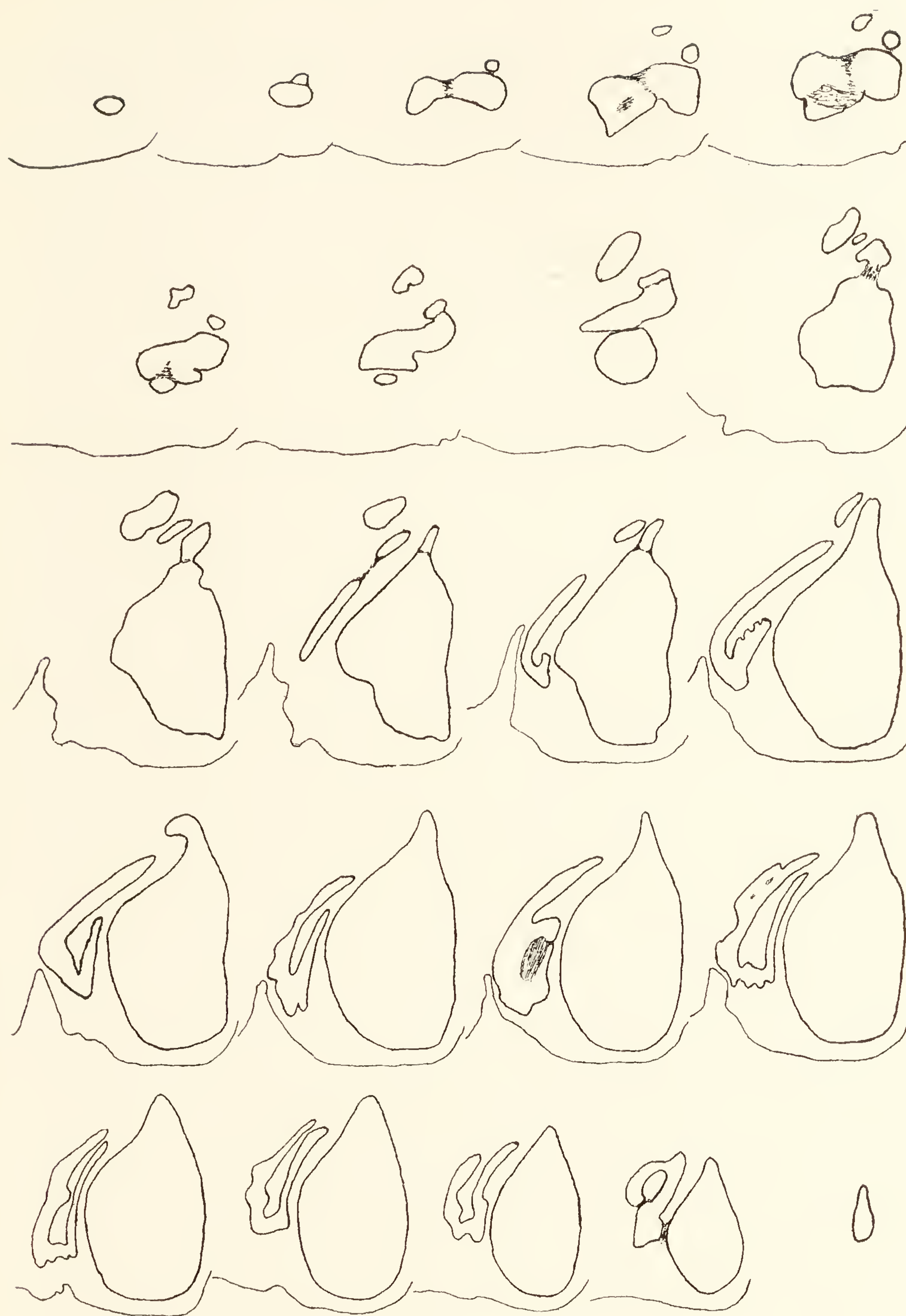


Abb. 17*a*. Als Beweis, dasz in der ganzen Ordnung der Wale ähnliche Verhältnisse obwalten, reproduzieren wir aus R. WILSONs Abhandlung (Jnl. Comp. Neur. 58, 1933, S. 471) eine Reihe Durchschnitte durch die linke untere Olive, in caudo-oraler Richtung, eines Bartenwals (Balaenoptera) sulfurea). Man beobachte den gewaltigen Nuc. medianus olivae inferioris, im Vergleich mit dem schmächtigen Nuc. lateralis. Den Bartenwalen, den gröszten der lebenden Säugetiere, die weniger als die Zahnwale an das Wasserleben angepaszt sind, fehlt nicht ganz das Geruchsorgan (WEBER).



Abb. 17*b*. Durchschnitt durch die posthabenuläre Gegend der Balaenoptera sulfurea, nach R. WILSON. Der gröszte Teil des Nuc. ellipticus der Wale wäre als Homologon des Nuc. lateralis Grisei der Landsäugetiere aufzufassen.

gebracht wurde. Hier findet man den medialen grauen Kern auszerordentlich entwickelt (zum sogen. Nuc. ellipticus, Abb. 16 b). Kurz die Befunde der vergleichenden Untersuchungen an Wassersäugetieren, Anthropoiden und Elefanten berechtigten zu der Annahme, dasz der laterale graue Kern ein übergeordneter Kern für die Lokomotion nach vorn unten sei, im Sinne der Biegung der Stammuskulatur, der mediale graue Kern für das Gegenteil.

Zahlreiche anatomische und physiologische Befunde an andren Tieren und ebenso pathologische Beobachtungen am Menschen [1]) waren mit dieser Annahme in Übereinstimmung. Was die experimentellen Ergebnisse angeht, so habe ich an die bekannten BECHTEREWschen Versuche (Stiche in die zentrale graue Substanz, von ihm „Wand des 3. Ventrikels" genannt) zu erinnern.[2]) Auch gibt Abb. 40, S. 386 das Resultat des bekannten Versuchs ROTHMANNs wieder. Hier hatte eine erste Operation den Globus pallidus (pars lateralis) schwer geschädigt; infolgedessen fand man den rechten Nuc. commissurae posterioris, und einigermaszen auch den medianen Abschnitt des r. H.L.B., merklich reduziert; infolge dieser Verletzung hat das Tier viele Monate Manegebewegung nach rechts gezeigt. Bei einer zweiten Operation links wurde namentlich das Neostriatum, vor allem das Putamen, schwer getroffen; infolgedessen waren beide graue Kerne, am meisten der laterale Kern der zentralen grauen Substanz links atrophisch. Nach der zweiten Operation hat das Tier monatelang Neigung zum Aufbäumen gezeigt. Durch das ROTHMANN'sche Experiment finden wir deshalb bestätigt: 1. die von uns schon 1914 festgestellte supravestibuläre Bedeutung des Globus pallidus, da das Tier nach Läsion des rechten Pallidums Manegebewegung nach der kranken (rechten) Seite vollführte, und 2. unsre Annahme der supra-vestibulären Bedeutung des Neostriatums und der Kerne der zentralen grauen Substanz, insofern als lange andauernde Neigung zum Aufbäumen nach der letzten Operation beobachtet wurde.

KAPITEL 15.

ZU EINEM FALL VON KLEINHIRNCYSTE.

§ 1. Vorliegende Ergebnisse über die Kleinhirnatrophie.

Warum hat während eines halben Jahrhunderts die eifrige Untersuchungsarbeit so vieler Forscher über die Atrophieformen des Kleinhirns so wenig bleibenden Gewinn gebracht, insbesondere auf dem Gebiet, das

[1]) L. J. J. MUSKENS: Archiv f. Psychiatrie, Bd. 102, 1934, H. 5.
[2]) Näheres s. S. 393.

uns hier am meisten interessiert, nämlich dem des Bewegungsgleichgewichts, des Gehens, Stehens und der Augenbewegungen?

In erster Linie wegen der *Flüchtigkeit*, welche diesen Symptomen (d.h. den antero-posterioren Störungen, die durch unilaterale Unterbrechung von vestibulären und supra-vestibulären Verbindungen entstehen) eigen ist. Dasz übrigens diese wichtigste von allen posturalen Funktionen, von welcher die antero-posterioren Zwangsbewegungen abhängig sind, sowohl doppelt und dreifach gesichert, als auch nach allen Seiten durch Kompensation gedeckt ist, liegt auf der Hand. Von ihr abhängig ist die vermutlich zuallererst von den Präcyclostomen erworbene Bewegungsform nach unten und oben (nämlich die im Gleichgewicht ausgeführte Lokomotion in der vertikalen antero-posterioren Ebene). Da die Krankheitsprozesse, jedenfalls diejenigen, welche für die Agenesie des Cerebellums die Grundlage bilden, in den allerersten foetalen Phasen sich abspielen, kann es auch nicht wundernehmen, dasz das Resultat der Kleinhirnatrophie in funktioneller Hinsicht so gering ist. — An zweiter Stelle ist die grosze Anzahl der anatomischen Verbindungen des Kleinhirns mit vielen anderen Hauptstationen Ursache dafür, dasz, je nach Ausbreitung und Charakter des Krankheitsprozesses, der das Wachstum unterbricht, die Störungen in der Entwicklung und die Abweichungen im Bau des Kleinhirns ihren Einflusz auf eine Anzahl anderer cerebraler Kerne und Bahnen haben. Wenn wir sehen, wie in manchen Fällen von Kleinhirnatrophie das gleichseitige oder meist das gekreuzte Groszhirn ebenfalls atrophisch ist, so werden wir auf peinliche Weise daran erinnert, wie verhältnismäszig wenig uns noch die wichtigsten cerebro-cerebellären Bahnen bekannt sind.

Drittens: bei einer kritischen Durchsicht der beschriebenen Fälle von Kleinhirnatrophie erweist es sich, dasz Fälle aufgenommen wurden, bei denen noch Erkrankungsprozesse im Vorderhirn, nämlich im Neostriatum, bestanden [1]), bei denen auch im Tegmentum des Mittelhirns ausgedehnte Herde existierten, deren Wirkung auf Olive und Kleinhirn sehr weit gehen kann (LEJONNE und L'HERMITTE [2])), so dasz man also auf Grund der jetzigen Kenntnisse sich zuallererst fragen musz, ob die celebelläre Atrophie denn auch primär ist. Falls also in früher Jugend eine Verletzung des Vorderhirns, des Corpus neostriatum oder des Mittelhirns stattfand, so ist zu erwarten, dasz die gleichseitige Olive atrophisch wird und im

---

[1]) Das von v. BOGAERT und BERTRAND (Rev. Neurol. 1929, I, S. 175) aufgestellte Krankheitsbild: Olivenatrophie, verbunden mit Demenz, scheint mir denn auch nicht genügend begründet. In ihrem Fall bestanden bedeutende Veränderungen in den frontalen und temporalen Hirnlappen (S. 174), so dasz eine gewisse Abweichung im Neostriatum durchaus nicht ausgeschlossen erscheint; die Frage ist, ob durch einen solchen Prozesz in 3 Jahren eine Olivenatrophie und dann sekundär auch eine teilweise cerebelläre Atrophie verursacht werden kann. Nach Abb. 2 (S. 170) schlieszt der Zustand der Haubenbündel eine solche Annahme nicht aus. Was die von diesen Autoren genannten Fälle betrifft, so wurde FICKLERs schwerer Alkoholiker in einem Irrenhaus beobachtet und hatte auch Vorderhirnatrophie; auch SCHULZEs Patient war Alkoholiker.

[2]) LEJONNE und L'HERMITTE: Iconographie de la Salpêtrière, 1909, S. 607.

Laufe der Zeit sekundär, als Folge dieser Olivenatrophie, auch die andere Olive und das Kleinhirn.

Interessant ist es, ausgerüstet mit den neuesten Erfahrungen über die anatomischen Zusammenhänge des Corpus striatum mit der Olive, die Publikationen einer früheren Periode zu beurteilen. So finden wir in ANTONs vorzüglicher Beschreibung [1]) eines Herdes im rechten Thalamus und ebenso im rechten Corpus restiforme: Degeneration beider Oliven, und zwar links Atrophie vor allem im Hilus (verursacht durch Atrophie der gekreuzten cerebello-olivären Bahn) und rechts Degeneration der lateralen Abteilung (vermutlich als Folge der Unterbrechung des rechten zentralen Haubenbündels), wodurch auch die Beschädigung des HELWEG-Bündels rechts erklärt wird. Kein Wunder, dasz der Autor unter diesen Umständen zur Annahme der Existenz eines cerebello-spinalen Bündels kam, das zur Innervation der Rumpfmuskeln diene. Bei dem von ANTON angeführten analogen Fall von ZANDER bestand ein Herd im rechten Tegmentum und im rechten Kleinhirn; auch hier u.E. Atrophie der rechten Olive als Folge der Haubenverletzung und der linken Olive als Folge des Herdes im rechten Kleinhirn.

Zu den konstantesten Erscheinungen bei einseitiger Kleinhirnatrophie — selbst wenn von der Atrophie ausschlieszlich oder hauptsächlich die Rinde betroffen wurde — und Kleinhirnagenesie gehört ganz sicher die Atrophie der gekreuzten Olive, oder wenigstens von deren groszen Zellen. Dasselbe scheint der Fall mit einem Teil der Brückenkerne zu sein. Auf Grund dieser Feststellungen aber diese Hirnstammganglien (Oliven und Ponskerne) Kleinhirnkerne zu nennen (WINKLER), erscheint mir nicht empfehlenswert, denn diese Bezeichnungsweise vermindert nicht die Schwierigkeiten und vergröszert nur die Verwirrung. Man könnte sonst auch den roten Kern Kleinhirnkern, sowie die Commissurkerne striäre Kerne nennen. Es ist immer, beim gegenwärtigen Stand unserer Kenntnis der Kerne [2]), zu gefährlich, einen auszuwählen und für den wichtigsten zu erklären. Anatomisch schien in dieser Hinsicht die Untereinteilung des Cerebellums durch EDINGER in ein Palaeo- und Neocerebellum von bleibendem Gewinn zu sein, und es hat nicht an Versuchen gefehlt, auf dieser Grundlage auch eine bessere Kenntnis der Olive zu erreichen. So glaubten HOLMES und STEWART festzustellen, dasz, wenn der Wurm atrophisch ist, auch die Nebenoliven angegriffen sind, und BROUWER und COENEN [3]), dasz die Nebenoliven und der frontale Pol der Hauptolive als Palaeooliva mit dem Palaeocerebellum zu tun hätten, der Rest mit der Kleinhirnhemisphäre; darin folgen ihnen BIELSCHOWSKY und BRUNS.

Ich meine denn auch, dasz BROUWERs und COENENs Auffassung des Wurms als Palaeocerebellums (und der medialen Nebenolive als Palaeooliva) durch meine Beobachtungen unterstützt wird, wobei auch SPITZERs Feststellung bezüglich des Wurmes als Endes der vestibulären und spino-cerebellären Bahnen erwähnt werden musz; doch fallen JELGERSMAs Angriffe dieser Lehre, was die besondere Bedeutung der Nebenolive hier betrifft, schwer ins Gewicht (Walfische haben bei kleinem Wurm eine

---

1) ANTON: Jahrb. f. Psych. 1900.

2) L. J. J. MUSKENS: Koninklijke Akademie Amsterdam, Vol. XXXVI, Nr. 3, 1928, S. 306.

3) B. BROUWER und L. COENEN: Jrb. f. Psychologie u. Neurologie, Bd. 25, 1919, S. 55.

übermäszig entwickelte mediale Olive. Vergl. Abb. 14 *a*, S. 134). Ebenfalls auf Grund pathologischen Materials kommt auch TSCHERNISCHEFF zur Meinung, dasz die Kleinhirn-Hemisphäre zu der Haupt-, der Wurm mit der Nebenolive in Beziehung stehe. Es müssen noch mehr Fälle, auszer den von BROUWER und COENEN beigebrachten, abgewartet werden, bevor man die näheren Beziehungen des Nuc. dentatus zur Olive feststellen kann. Andrerseits sprechen die vielen Fälle, die nicht in das Schema passen, eher für die Meinung WINKLERs, dasz man Palaeo- und Neocerebellum, resp. Oliva nicht scharf auseinanderhalten kann. Darüber auf S. 151.

Dasz die infolge halbseitiger cerebellärer Atrophie atrophisch gewordene Olive ihrerseits der Entwicklung des gleichseitigen zentralen Haubenbündels, oder eines Teils von ihm, im Wege steht [1]), ist nach dem, was von meinen Experimenten mitgeteilt wurde, nicht verwunderlich. Dasz die Reduktion des Haubenbündels sehr bedeutend sein kann, falls, wie beim Fall von HENSCHEN [2]), sowohl die rechte Olive infolge eines Herdes um den linken Nuc. dentatus atrophisch, als auch das zentrale Haubenbündel durch einen andren Herd im rechten Putamen degeneriert ist, ist klar. HENSCHEN schrieb das Taumeln dem Untergang des medialen Schleife zu; heute können wir es besser als vor 40 Jahren beurteilen. Im letzterwähnten Fall bestand auch andeutungsweise eine Zwangsstellung der Augen nach unten, bezw. eine Blicklähmung nach oben. Es ist anzunehmen, dasz das Studium der Fälle von cerebellärer Atrophie erst dann für die Kenntnis der besonderen Verbindungen und ihrer Funktion bei den Nebenoliven fruchtbar wird, wenn die Forscher mehr als bisher ihre Aufmerksamkeit auf diese Einzelteile des Systems richten, die nach KELLERs und KOOYs Untersuchungen [3]) und nach vorliegendem Werk so wichtig sind.

Eine zweite wichtige Einzelheit, auf welche man in den folgenden und den schon beschriebenen Fällen von Kleinhirn- und Olivenagenesie achten musz, ist die Frage, auf welche Einzelteile der vestibulären Kerne diese Agenesien rückwirken. Da, wie wir sahen, die Tatsachen der vergleichenden Anatomie, der Anatomo-Physiologie und auch der Klinik so bestimmt für die supra-vestibuläre Bedeutung der lateralen und medianen Oliventeile sprechen, musz notwendigerweise eine vielseitige Verbindung dieser Oliventeile mit den vestibulären Kernen angenommen werden. Bis jetzt zeigte sich davon — nach den Angaben von BRUCE, THIELE und HORSLEY, ECONOMO und von mir selbst — nur das Bestehen verschiedener dorso-olivärer Verbindungen im allgemeinen, ohne genaue Angabe von Ursprung, Ende und Richtung der Leitung.

Über die sekundären Folgen der Agenesie der Olive und der des Kleinhirns für die vestibuläre Gegend haben uns ANTON und ZINGERLE [4])

---

[1]) U.a. im Fall von STRONG (Jnl. of Comp. Neurol., 25, 1915) und von EDINGER und NEUBURGER (Berl. Klin. Wochenschrift, 1898).

[2]) HENSCHEN: Pathologie des Gehirns, 1890, S. 33.

[3]) Vergl. auch L. J. J. MUSKENS: Anat. Anz., Bd. 77, 1933. Vergleichend Anatomisches über die untere Olive.

[4]) ANTON und ZINGERLE: Arch. f. Psych., Bd. 54, 1914, S. 20.

einigermaszen belehrt. Sie fanden den Nuc. triangularis nur in seinem caudalen Teil verändert; es bestand auch Zellarmut im DEITERS-Kern (im dorso-caudalen Teil). Das sind denn auch die Teile, die wahrscheinlich nach MARCHI-Präparaten von Olivenverletzungen zu urteilen, in beiden Richtungen mit der Olive verbunden sind.

Die *Ausfallserscheinungen* bei cerebello-olivärer Agenesie haben durch ihre scheinbare Launenhaftigkeit häufig die Forscher überrascht. Zunächst fällt das negative Resultat auf, zu dem man bei der Untersuchung der Frage kommt, ob nicht irgendwo Zwangsbewegungen in *horizontaler oder frontaler Ebene* beobachtet werden. Falls das, was Generationen von Physiologen annahmen (nämlich, dasz diese Zwangsbewegungen — Manege- und Rollbewegungen — die Folge von Verletzungen sowohl des Kleinhirns wie auch der Kleinhirnstiele seien) auch nur teilweise richtig wäre — so müszten diese Symptome sowohl im Falle von beinahe völliger Atrophie des Kleinhirns (z.B. ANTON und ZINGERLE) als auch von starker Kleinhirnasymmetrie (MINGAZINNI) deutlich vorhanden sein.

Doch hat man, nach gleichlautenden Angaben von VOGT und ASTWAZATUROFF und späteren Autoren, nichts davon wahrgenommen. Dagegen fallen, und zwar sehr regelmäszig, zwei Abweichungen auf: erstens Schwierigkeit beim Stehen und Laufen und zweitens eine Neigung, nach hinten (weniger nach vorn) zu fallen, verbunden mit Schwanken und Taumeln.

Selbst in Fällen, bei denen die Agenesie nur die *Rinde* des Kleinhirns betraf, fehlte diese Gruppe von Erscheinungen nicht ganz; dieses stimmt mit der Tatsache überein, die, schon von PROBST festgestellt, zum Überflusz noch durch das Flocculus-Experiment am Eichhörnchen (bei welchem nur Rinden-, kein Kerngewebe in der flocculären Höhle sich befindet) bestätigt wird: nämlich dasz die Olive durch direkte Fasern mit der Rinde verbunden ist. Unnötig, noch hinzuzufügen, dasz in den Fällen, bei welchen Zwangsstellungen in der horizontalen und frontalen Ebene fehlten, auch Zwangsstellungen der Augen in diesen Ebenen (konjugierte Deviation in horizontaler oder frontaler Ebene) nicht beobachtet wurden. Über einen zweiten Punkt sind die Forscher einig, nämlich darüber, dasz merkwürdigerweise selbst bei sehr ausgebreiteter Agenesie des Kleinhirns und beim Untergang der gekreuzten Olive als Folge davon *alle Symptome fehlen* können. Dieses Resultat ist mir als Experimentator durchaus nicht befremdlich, da ich schon vor 1910 zu der Überzeugung kam, dasz selbst die vollständige Entfernung einer Kleinhirn-Hemisphäre — falls vorsichtig aseptisch operiert wird — fast ohne Symptome bleibt, insbesondere (dies gegen LUCIANI) keine Spur von Zwangsbewegung dabei beobachtet wird. Nach der Meinung von ANTON, ZINGERLE, BRUCE und UEMURA haben wir es hier mit einer Kompensation durch das Groszhirn zu tun, womit ihre Beobachtung in Verbindung steht, dasz man nur dann schwere Symptome sich entwickeln sieht, wenn auch im Groszhirn Agenesien ent-

standen sind. ANTON und ZINGERLE glaubten denn auch in ihrem Fall von Kleinhirnatrophie in gewissem Masze eine Hypertrophie der Pyramidenbahn zu finden. Wie mir scheint, beruht die erwähnte Erscheinung (Geringfügigkeit der Symptome bei asymmetrischer Agenesie) auf einer besondern Eigenschaft des Kleinhirns, nämlich auf der auszerordentlichen *gegenseitigen* Kompensationsfähigkeit der Kleinhirnteile. In dieser Hinsicht wird sogar das Groszhirn vom Kleinhirn übertroffen. In der Klinik sind wir häufig darüber erstaunt, dasz im Kleinhirn selbst ein Tumor von Nuszgrösze fast ohne klinische Erscheinungen verlaufen kann, wobei doch durch Druck und lokale Vergiftung und Verhinderung des Liquorabflusses um soviel eher Störungen auftreten können. Aus dem kurzfristigen Auftreten vertikaler Zwangsbewegungen nach Verletzung der Olive darf man wohl darauf schlieszen, dasz die Olive hierin ganz dem Kleinhirn folgt.

Zweifellos, und darin stimmen fast alle Autoren überein, treten Ataxie und vertikale Zwangsbewegungen viel eher in Fällen auf, in denen der *Wurm* betroffen ist. Untersucht man sorgfältig die ganze Reihe der cerebellären Agenesien, so findet man auszerdem, dasz vertikale Symptome (und zwar Rückwärtsfallen) erst dann auftreten, falls auch der Dachkern im Prozesz betroffen ist. Sicher ist, dasz sowohl im Experiment, als auch bei Agenesie und Krankheitsprozessen der Wurm eine Stellung für sich einnimmt und weniger von der erwähnten Kompensationseigenschaft als die lateralen Hemisphären besitzt.

Da man es sowohl bei cerebellärer Agenesie, als auch bei Atrophie, in der Regel mit einem Status-quo seit eine äuszerst langen Zeit, meist seit Jahrzehnten, zu tun hat, so ist es kein Wunder, dasz auch bei ausgedehnten Prozessen die vestibulären Symptome in den Hintergrund treten.

Ein letzter in physiologisch-klinischer Hinsicht wichtiger Punkt ist die Frage, ob jemals Augenzwangsstellungen in der vertikalen Ebene (klinisch Blicklähmungen genannt) bei Verletzung des Komplexes von Olive und Kleinhirn vorkommen. Soweit meine eigenen Untersuchungen reichen, erwies es sich auch bei den umfangreichsten Verletzungen, dasz diese Funktion (Augenhebung und -senkung) niemals vollkommen zerstört wurde. Der Fall von BRUNS[1]), der eine Ausnahme davon bilden soll, scheint mir durchaus nicht beweiskräftig zu sein, da der Krankheitsprozesz ganz sicher auch das Mittelhirn erfaszt hatte und auszerdem in diesem Fall Folgen von Störung des Liquorabflusses nicht ganz ausgeschlossen sind. In BRUNS' erstem Fall von doppelter Atrophie des Neocerebellums bestand in gewissem Masze Nystagmus.[2]) In SCHALLERs Fall[3]) bestand Schwierigkeit, nach oben zu sehen: hier fand man jedoch auszer verschiedenen Herden im Kleinhirn, auch einen im Bindearm. Wie man aus unserer Tabelle von Herden

---

[1]) BRUNS: Arch. f. Psych., Bd. 26, 1894, S. 314.

[2]) BRUN: Schweizer Arch. f. Neur. und Psych., II, 1918, S. 79.

[3]) SCHALLER: Arch. of Neurol. and Psych., 1921, S. 1.

in der Haube ersehen kann [1]), wächst der Tumor von RAYMOND-CESTAN langgestreckt in der Medulla, wobei der Fall mit Nystagmus verticalis einhergeht; desgleichen im Fall von JONES-SPILLER. Während in diesen Fällen die dorso-olivären Bündel sicherlich betroffen waren, fehlt bei Herden in der Brücke und Oblongata in der Regel jede Spur von vertikaler Augenzwangsstellung oder Nystagmus. Dieses ändert sich, sobald die Verletzungsstelle in der Haube sich dem Mittelhirn nähert. Man kann daher sagen: vertikale Augenbewegungsstörungen kommen bei Verletzungen der Oblongata und der Brücke nur bei denjenigen Schädigungen des Tegmentums vor (und zwar nur in geringem Grade), die sich im oralen Teil des Hirnstammes, d.h. in geringem Abstand von den Oculomotoriuskernen befinden: Zwangsstellung der Augen nach unten oder oben (bezw. Blicklähmung nach oben oder unten) entsteht nur, falls die Herde die III-Kerne selbst berühren oder oral und lateral von ihnen gelegen sind.

§ 2. *Zentrifugale Bahnen der Olive (*HELWEGs *Bündel).*

Auf dieses Problem haben die Agenesien nur wenig Licht werfen können. Wie THALBITZER [2]) bemerkt, ist die Erforschung dieses Bündels beim Menschen dadurch sehr erschwert, dasz schon normale Gehirne sich bedeutend in dem Grad unterscheiden, in welchem dieses feinfaserige Bündel in den Präparaten sichtbar ist.[3]) Wenn man das Areal des HELWEG'schen Bündels in caudal-oraler Richtung verfolgt, sieht man das Bündel mit der Zunahme des ventralen Olivenblatts (der Hauptolive) kleiner werden. Daraus könnte man schlieszen, dasz es vor allem die lateroventrale Olivenabteilung ist, die mit HELWEGs Dreikantenbahn in Verbindung steht. Wahrscheinlich ist in Hinsicht auf die genauere Lage die Annahme, dasz dieses Bündel sowohl aus der medianen Nebenolive, wie auch vom ventralen Blatt der Hauptolive Fasern aufnimmt, während die sogenannte „diffuse Formation" eher mit den anderen Teilen der Olive in Verbindung steht. Übrigens musz angenommen werden, dasz nicht *alle* Fasern des zentralen Haubenbündels in der Olive bleiben; denn KATTWINCKEL und NEUMEYER [4]) sahen in ihrem Fall zugleich mit dem Haubenbündel auch HELWEGs Bündel auf einer Seite degenerieren. Auch OBERSTEINER [5]) fand eine MARCHI-Degeneration des HELWEG-Bündels infolge von Druck auf den oralen Teil der Olive. Bei Tieren, weder bei Vierfüszlern, noch bei Vögeln, hat sich, soweit mir bekannt, niemals irgend

---

[1]) MUSKENS: Archiv f. Psychiatrie, Bd. 102, H. 5, 1934, S. 592.

[2]) THALBITZER: Arch. f. Psych., 47, 1910, S. 176.

[3]) Der Umstand, dasz bei Psychosen, die von Stimmung und von vasomotorischer Störung abhängig sind, wie manisch depressive Psychosen, das Bündel ihm deutlicher zu sein schien, verleitete HELWEG zur Vermutung, dasz die Olive als vaso-motorisches Zentrum eine wichtige Rolle spiele.

[4]) KATTWINKEL und NEUMEYER: Nervenheilkunde, S. 33, 1907.

[5]) OBERSTEINER: Neurol. Zentralblatt, 1901, S. 546.

etwas von der Existenz dieses Bündels gezeigt. Alles in allem ist anzunehmen, dasz das Bündel von HELWEG neben Fasern aus dem zentralen Haubenbündel auch eine Anzahl absteigender Bündel aus der Olive enthält; nach der Annahme von PICK, GOLDSTEIN und DYDINSKI [1]) auch spino-oliväre Fasern.

Bei der Unsicherheit unserer Kenntnisse der von der Olive in das Rückenmark herabführenden Bahnen verdient eine meiner Tauben (298) erwähnt zu werden, der eine Verletzung hoch in der Medulla cervicalis beigebracht wurde, so dasz der caudale Olivenabschnitt getroffen wurde. Als Folge davon entstand Entartung zahlreicher absteigender Fasern. Die Zwangsbewegungen nach oben waren bei diesem Tier so ausgesprochen, dasz sie m.E. nur durch die Annahme, dasz auch eine Anzahl ins Rückenmark absteigender Olivenfasern getroffen wurden, erklärt werden können. Nach diesem Experiment sind mir wieder Zweifel über das Auftreten von Zwangsbewegungen nach hinten bei Verletzung des so nahe daneben gelegenen Bündels Tr. cerebello-spinalis ventralis gekommen. Bei einer Katze von REDLICH bestand eine Verletzung dieser Gegend, ohne dasz die Olive berührt wurde. Auch hier Andeutung von einer Zwangsbewegung nach oben (Hahnentritt).

§ 3. *Bedeutung des Kleinhirns für Lokomotion, Stellung, Muskeltonus und Koordination im allgemeinen.*

Ich verzichte darauf, die Literatur über das Organ, das sich mehr als alle anderen als dankbares Thema für spekulationslustige Neurologen und Physiologen erwies, zu behandeln, und beschränke mich auf die wenigen Untersuchungen, die mit den im Titel genannten Teilen des Themas in Verbindung stehen.

Schon gegen Ende des vorigen Jahrhunderts wurde es an Hand von Versuchen an Säugetieren (LUCIANI, FERRIER und TURNER, THOMAS, FISCHER [2])) deutlich, dasz das Problem des Kleinhirns, weit davon entfernt, durch die fortschreitenden anatomischen Untersuchungen vereinfacht zu werden, eher durch diese noch verwickelter wurde. LUCIANI war denn auch der letzte Forscher, der nach FLOURENS, LUSSANNA u.a. die Funktion des Kleinhirns mit einigen Ausdrücken stichwortartig zu charakterisieren suchte. Versuche, auf experimentellem Wege oder auf dem der Pathologie die Funktionen in verschiedenen Einzelteilen des Kleinhirns zu lokalisieren, wurden aufgegeben, so dasz BORGHERINI und GALLERANI [3]) anzunehmen begannen, das Kleinhirn bilde eine Ausnahme von den im zentralen Nervensystem gefundenen allgemeinen Regeln der Lokalisation und Spezialisation der Funktionen. Sie erklärten: „das Cerebellum wirke als eine Einheit", nur das Bestehenbleiben einiger Lamellen könne im Laufe der Zeit eine ausgedehnte Ataxie zum Rückgang bringen. Die scharfe Kritik, der LUCIANIS „Ataxie, Abasie,

[1]) DYDINSKI: Neur. Zentralblatt, 1902, S. 902.
[2]) E. FISCHER: Researches of the Loomis Laboratory, New-York, II, X, 1892, S. 102.
[3]) A. BORGHERINI und G. GALLERANI: Archives Italiennes de Biologie, 1892, XVII, S. 102.

Astasie" begegnete, bewies das vollkommene Fehlen jeder tieferen Einsicht in das Wesen dieses wichtigen Organs. Ebensowenig konnte, wie es sich erwies, das Dictum von HUGHLINGS JACKSON und SOURY [1]) der Kritik standhalten.

BECHTEREW, LEWANDOWSKY und PROBST gebührt die Ehre, als erste Zweifel über die Richtigkeit des im ganzen 19. Jahrhundert herrschenden Vorurteils geäuszert zu haben, als kämen die Verletzungen des Kleinhirns bei der Entstehung der Zwangsbewegungen vor allem in Betracht. Die Untersuchungen von HORSLEY und CLARKE trugen das ihrige dazu bei, und schlieszlich ergab es sich aus meiner Serie von Versuchen an Katzen und Kaninchen (Exstirpation verschiedener Kleinhirnteile zwecks Kontrolle der Lokalisationslehre von BOLK) bei streng aseptischen Vorsichtsmaszregeln definitiv, dasz Verletzungen, die ausschlieszlich auf die Rinde oder auch nur auf die Nuclei laterales (dentati) beschränkt sind, niemals Zwangsbewegungen mit sich bringen. Schlieszlich bewiesen MAGNUS und DE KLEYN, dasz beim Zustandekommen der Stellreflexe dem Kleinhirn keine Rolle von Bedeutung zukommt.

Zur gleichen Zeit hat die rein anatomische Forschung dargetan, dasz das Kleinhirn, bei all seinem Reichtum an zentripetalen Bahnen — vor allem bei niedrigeren Tieren, bei Teleostiern und auch bei Vögeln — eine merkwürdige Armut an cerebello-fugalen Bündeln aufweist. Recht bald, nachdem RUSSELL und THOMAS das "hook bundle" aufgezeigt hatten, folgte KAPPERS mit seiner breiteren Auffassung von einer cerebellotegmentalen Verbindung mittels der Bindearme, von welcher der Tr. dentato-rubralis nur einen wichtigen Teil bildet.

Ein wichtiges Teilresultat in der vergleichenden Anatomie des Kleinhirns war die endgültige Feststellung der Tatsache, dasz bei Säugetieren nur die lateralen Kerne, nicht die Rinde, mit dem Nucleus ruber in Verbindung stehen, und dasz ein corticocerebello-spinales Bündel, das MARCHI u.a.m. vermutet hatten, bei Säugetieren nicht vorhanden ist. Sehr wahrscheinlich war dieses Ergebnis schon, als der Verfasser dieses Werkes durch Experimente [2]) an Nagetieren (Kaninchen und Eichhörnchen, bei welchen ersteren ein Teil des Nuc. dentatus im Flocculus dislociert ist, während beim Eichhörnchen nur Rinde in der besonderen Knochenabteilung sich befindet) bewiesen hatte: 1. dasz weder beim Kaninchen, noch beim Eichhörnchen irgend eine entartete Faser in das Rückenmark herabsteigt; 2. dasz nur im Fall des Kaninchens das mittlere Drittel oder Fünftel des Crus superior degenerierte flocculo-fugale Fasern besitzt. Die lokalen Verletzungen von HORSLEY und CLARKE brachten eine definitive Bestätigung meiner Befunde.

Schlieszlich bewies auch die MARCHI-Untersuchung, dasz in der Tat,

---

[1]) J. SOURY: Système nerveux central, Paris 1899.

[2]) L. J. J. MUSKENS: Koninkl. Akademie, Amsterdam, December 30 1905, S. 563.

nach der alten Vermutung von LUSSANNA und LEWANDOWSKY, das Cerebellum seinem Charakter nach vor allem als rezeptorisch zu betrachten ist. Dasz die Bahnen von GOWERS und FLECHSIG groszenteils in der Rinde, im mittleren Teil, weniger in den Kernen, enden, wurde von MAC NALTY, später von BROUWER und INGVAR noch genauer festgestellt. Die Beobachtungen von MINGAZZINI und WINKLER bezüglich der Verbindungen mit dem mittleren Kleinhirn und dem Stiel, diejenigen von THOMAS, PROBST und LUNA über die Zusammensetzung des Crus superior, von welchem nach CAJAL ein Ramus descendens in die Substantia reticularis herabsteigt, haben das ihrige getan, die Anatomie des Kleinhirns auf eine sicherere Grundlage zu stellen.

Und doch, wenn wir uns fragen, ob wir weiter als bis zur Feststellung, dasz die Anwesenheit des Kleinhirns das Auftreten cerebellärer Ataxie verhindert, gekommen sind, so musz m.E. die Antwort verneinend lauten. Also: hier ist ein Organ, das lebenswichtig ist, das in der Tierreihe eine merkwürdige Geschichte hinter sich hat (EDINGER, FRANZ, TILNEY, RILEY), dessen Verbindungsbahnen gut bekannt sind, und dessen Funktion wir nur in negativer Art und Weise ausdrücken können. Das merkwürdigste dabei besteht sicher darin, dasz dieses Organ allen Versuchen von Lokalisation (BOLK, BARANY, MUSSEN) Widerstand bieten konnte. Wir wissen nur, dasz vielleicht keine willkürliche Innervation ohne cerebellären „Influx" (H. JACKSON) zustande kommt. JELGERSMA verdanken wir den Beweis dafür, dasz dieses Organ auch für das Sprechen (die Funktion, welche die am meisten verwickelte Muskelkoordination erfordert), von Bedeutung ist. Im Zusammenhang damit ist es wohl verlockend, beim eigenartigen Aufbau des Kleinhirns von besonders spezialisierten Tieren (etwa dem Reichtum an Windungen im Mittellobus des Rüsselelefanten) zu verweilen; — doch glaube ich, dasz man, um eine richtige Vorstellung von der biologischen Bedeutung des Cerebellums zu erlangen, unmöglich vom grószten Versuchsgebiet, den die Natur benutzt, nämlich von der 20.000 Formen umfassenden Klasse der Fische, absehen kann. Schon EDINGER und FRANZ haben darauf hingewiesen, dasz im allgemeinen dort, wo grosze und rasche Beweglichkeit besteht, ein groszes Cerebellum vorhanden ist. Diese Erfahrung betreffs des Kleinhirns als Präzisionsorgans für die Bewegungen deckt sich mit den anatomisch-physiologischen und pathologischen Erfahrungen. Unter den Fischen gibt es zwei Ausnahmen von dieser Regel, nämlich Mormyrus und Torpedo, beide elektrische Fische, bei denen man wohl annehmen musz, dasz die starken, von ihnen selbst hervorgebrachten elektrischen Entladungen eine besonders entwickelte Genauigkeit notwendig machen. Das Cerebellum erreicht übrigens bei verschiedenen Fischarten einen so riesigen Umfang, und erdrückt so die anderen Teile, dasz m.E. FRANZ mit Recht die Frage stellte, ob wir nicht das Kleinhirn dieser niedrigeren Tiere als das bei ihnen übergeordnete Organ betrachten müssen, das, wie bei den anderen Vertebraten der Hirnmantel, bei den

Fischen schon seine höchste Entwicklung erreicht hat und als Hauptzentrum, das mit allen Sinneswerkzeugen (unter anderem mit optischen und olfactorischen Regionen) verbunden ist, die gleiche Stellung einnimmt, wie bei den auf dem Lande lebenden Vertebraten das Pallium. Zwischen dem Kleinhirn der Fische und dem Hirnmantel der höheren Säugetiere besteht eine weitgehende Analogie hinsichtlich der groszen Anzahl von Zellenelementen, vor allem von Assoziationszellen, und hinsichtlich der Menge von Verbindungen mit anderen Ganglien. Dasz gerade das Leben im Wasser mit seinen groszen Anforderungen an das Gleichgewicht bei der Bewegung in den drei Ebenen besonders die erwähnte Entwicklung hervorruft, läszt sich umso eher verstehen, als man auch bei *Wassersäugetieren* eine Hypertrophie des Kleinhirns entstehen sieht, welche mit einer höheren Intelligenz durchaus nicht Hand in Hand geht; ob nicht übrigens doch eine gewisse, uns unbekannte Form von Intelligenz des Kleinhirns die Funktion dieses Organs mit bestimmt, kann man nicht beurteilen. Dasz übrigens das Cerebellum (nach SCHAPER und KAPPERS) als Produkt der Gegend des Acusticus zur Entwicklung kommt, sobald eine freie Beweglichkeit in drei Ebenen unter Einflusz der Bogengänge, der Commissurkerne und des Palaeostriatums zustande kommt, diese Tatsache kann die oben gegebene Erklärung nur annehmbarer machen.

§ 4. *Neue Theorien über das Kleinhirn.*

Vor gut 10 Jahren erschienen kurz nacheinander zwei Werke von Holländern, die m.E. zu wenig die Aufmerksamkeit auf sich lenkten. Sie sind aber — sowohl jedes für sich, als auch beide zusammen —, vor allem in Verbindung mit den neuesten Erfahrungen bezüglich der Anatomie und Physiologie der Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene, wie mir scheint, im voraus dazu bestimmt, den Weg für eine endlich auf exakten Angaben beruhende Lehre von dem Kleinhirn und der Olive zu bahnen. Sichtlich empfingen beide Forscher, WINKLER und JELGERSMA, in bedeutendem Masze Anregung von BOLKs rein deskriptivem, wenn auch hier und da in seinen Schlüssen stark spekulativem Werk (dessen schwache Punkte vor allem in J.'s Werk deutlich aufgezeigt wurden). WINKLERs Werk gipfelt in seiner Erklärung des ganzen cerebellären Systems als einer Einrichtung, die zur Erhaltung des Gleichgewichts des Rumpfes, während der Lokomotion, dient. Dagegen gehe — und hier schlieszt sich W.'s Werk an meine Betrachtungen über die Olive an — das riesige Wachstum der ventro-lateralen Abteilung der Olive beim Menschen Hand in Hand mit der Entwicklung des Palliums und des Neocerebellums; die letzte Entwicklung stehe wieder mit der der oberen Extremitäten in Verbindung. JELGERSMA geht weiter, wenn er im Striatum mit der Olive, in dem Pallium mit den Brückenkernen ein Doppelsystem von Stationen sieht, welche beide via das Cerebellum wirken und die Möglichkeit für vollkommen koordinierte Bewegungen schaffen.[1]) Das Cerebellum ist also ein wichtiges Organ für alle koordinierten Bewegungen einschlieszlich des Sprechens. Die letzte Behauptung mag gewagt erscheinen, da vor JELGERSMA noch niemand dem Kleinhirn eine Rolle für die Sprache zuerkannte. Der letzte Teil seiner Lehre kann allerdings im Lichte der pathologischen Anatomie nur unter der Annahme aufrecht erhalten werden, dasz nur doppelseitige Kleinhirnschädigungen die allerhöchste unter den Bewegungskoordinationen (d.h. die

---

[1]) JELGERSMA: Journal f. Psychologie und Neurologie, Bd. 24, 1918, S. 53.

Sprache) in Verwirrung bringen können. Andererseits musz man anerkennen, dasz die Argumente für die These sehr stark sind: die Olive sei in die Bahn Wurm-Stammganglien eingeschaltet, während anderenfalls die Ponskerne zwischen der Groszhirnrinde und den cerebellären Hemisphären eingeschaltet wären. Was mich an J.'s Auffassung besonders in Erstaunen setzte, war die Tatsache, dasz dieser Forscher, der sich niemals der MARCHI-Methode bediente, eine so klare Vorstellung von dem besasz, was sich bei meinen Versuchen vor allem erwies, nämlich von dem ungeheuren Unterschied zwischen Verletzungen der Hemisphären und des Wurms. Dieser Unterschied besteht darin, dasz erstens nur nach Wurmverletzung olivo-petale Fasern in Menge degenerieren; zweitens nur bei diesen Wurmverletzungen Titubation und Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene beobachtet werden.

WINKLERs Werk erregt deswegen so sehr unser Interesse, weil er, ebenso wie J., als Basis die objektiv nachgewiesenen anatomischen Verbindungen gewählt hat und auf Grund davon eine Theorie aufstellte, die bereits für verschiedene Einzelteile der Olive zwar keine bestimmten Funktionen, aber doch bestimmte Koordinationen zu gewissen Kleinhirnteilen fordert. Hierbei musz ich meine Besprechung ein wenig erweitern; zwar sind nach meiner Meinung J.'s und W.'s Auffassungen nicht so weit voneinander entfernt, als beide es zu glauben scheinen, jedenfalls sprechen die neueren anatomisch-physiologischen Beobachtungen an Fischen und Vögeln m.E. zu deutlich für eine Entwicklung dieser Frage in einem andern Sinn, als W. es angenommen hat.

Des weiteren haben HOLMES und STEWART als erste an Hand von pathologischen Fällen bestimmte Beziehungen zwischen Olive und Teilen des Kleinhirns beschrieben. Dieser Versuch ist schon mehr als 25 Jahre alt, und bei der Aufmerksamkeit, welche diese Veröffentlichung gleich auf sich lenkte, ist es zum mindesten befremdlich, dasz kein anderer Forscher durch eine, sehr notwendige, detaillierte Arbeit diese Resultate bestätigt hat. So musz eine solche Vervollständigung der etwas zu knapp mit Tatsachen und Präparaten erläuterten Schriften der englischen Autoren noch abgewartet werden. Liefert WINKLERs Fall [1]) diesen detaillierten Beweis? Mir scheint, nicht in genügendem Masze. Das Präparat ist ersichtlich schief gelegen oder geschnitten, jedenfalls steht die linke medio-ventrale Olive gerade, die rechte schief. Er wäre zu wünschen, dasz ein Schüler von WINKLER diesen Fall noch so ausarbeiten würde (z.B. der KOOY'schen Zeichnungsserien), so dasz man endgültig feststellen könnte, ob der distale Teil des Wurms wirklich nur, oder hauptsächlich, mit dem medio-ventralen Teil der Olive korrespondiere. Wie wenig der Autor hier auf dem festen Boden gut festgestellter Tatsachen steht, zeigt sich z.B. bei seiner Annahme einer Verbindung der dorsalen Olive mit der Formatio vermicularis, wenn er zugeben musz, dasz bis jetzt noch kein einziger Fall, der dafür sprechen würde, ihm bekannt sei.

Was die Hauptolive des Menschen betrifft, so genügt WINKLERs bis auf den Grund aller anatomisch bekannten Tatsachen gehende Analyse des Corpus restiforme den höchsten Ansprüchen. Er wird auch nirgends Widerspruch gegen seine Annahme finden, dasz dem schon bei den niedrigeren Tieren so komplizierten System von cerebellopetalen Bahnen im hinteren Kleinhirnstiel mit dem Ausbau der Extremitäten und der cerebellären Hemisphären ganz neue Olivenbahnen hinzugefügt würden. Gehen jedoch diese Olivenbahnen zur Rinde des Kleinhirns? und vor allem: enden die Fasern der Hauptolive in der Hemisphäre? Auf Grund meiner diesbezüglichen Untersuchungen, vor allem an Eichhörnchen, glaube ich zu ernstem Zweifel berechtigt zu sein.

Da nun diesen Untersuchungen jener beiden Forscher eine genaue, einige Jahrzehnte lange Beobachtung als Grundlage diente und zwar nach den anatomischen Daten, welche die klinische sowie die experimentelle Forschung beider holländischen Meister lieferte, so ist anzunehmen, dasz die Tatsachenbasis für eine zukünftige Lehre hierbei in der Hauptsache ausgearbeitet ist. Der schwache Punkt der Theorien würde dann in der physiologischen Deutung der anatomischen Tatsachen liegen. Einer dieser

---

1) WINKLER: Opera omnia, Teil IV, S. 344.

schwachen Punkte ist m.E. der Umstand, dasz in ihrem Werk die Feststellungen jüngeren Datums bezüglich der Analyse von Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene nicht berücksichtigt werden konnten. Zwar konnte so scharfen Beobachtern schon nicht entgehen, dasz bei den vornüber purzelnden (Abb. 16, S. 137) Cetaceen (JELGERSMA) die Hauptolive einen ganz andern Teil im Olivensystem bildet, als beim Menschen, und dasz (WINKLER) die Olivenverbindungen vor allem das Gleichgewicht des Rumpfes beim Gehen sichern, — aber jede Oliventheorie bleibt unvollständig, wenn sie nicht berücksichtigt, dasz jede Lokomotion in der vertikalen Ebene nach vorn und nach rückwärts im cerebello-olivären System verankert ist. Nimmt man Kenntnis von den neueren und neuesten Ergebnisse der Anatomie und der Physiologie, so ist man doch genötigt zu schlieszen, dasz dem Kleinhirn als Ganzem eine gewisse, uns noch nicht näher bekannte, Rolle in der Mechanik der willkürlichen Handlungen zukommt. Daneben und vielleicht gänzlich unabhängig davon glauben wir im Nuc. tecti einen richtigen vestibulären Kern sehen zu müssen, dessen Läsion zu einer Zwangsbewegung in der vertikalen Ebene, und zwar nach hinten, führt. Mit dieser Annahme sind die physiologischen Beobachtungen an mehreren Tierklassen in Übereinstimmung. Ebenso scheint mir die klinische Erfahrung jener Annahme günstig. Dort, wo beim Menschen der Dachkern von einem Krankheitsprozesz befallen ist, ist die Fallneigung nach hinten auffällig. Mit dieser Annahme sind GOLDSTEINs Bemerkungen (Häufigkeit von Hintenüberfallen beim Kleinhirntumor, Vorwiegen des Vorbeizeigens nach oben [1])) besser verständlich.

§ 5. *Beschreibung einer menschlichen Kleinhirncyste.*

Im Folgenden bringe ich einen Fall einer cerebellären Cyste, den ich im zentralen Gehirninstitut (Amsterdam) vorfand, und den ich mit freundlicher Erlaubnis von Prof. KAPPERS für die vorliegende Studie benutzen konnte. Klinische Angaben fehlen.

Wie aus Abb. 18 a ersichtlich ist, entwickelte sich die Cyste im Mark der rechten Kleinhirnhemisphäre bis zur Nuszgrösze. Nach oben besitzt sie Ausläufer, während der caudale Teil ziemlich jäh, dort, wo das Corpus

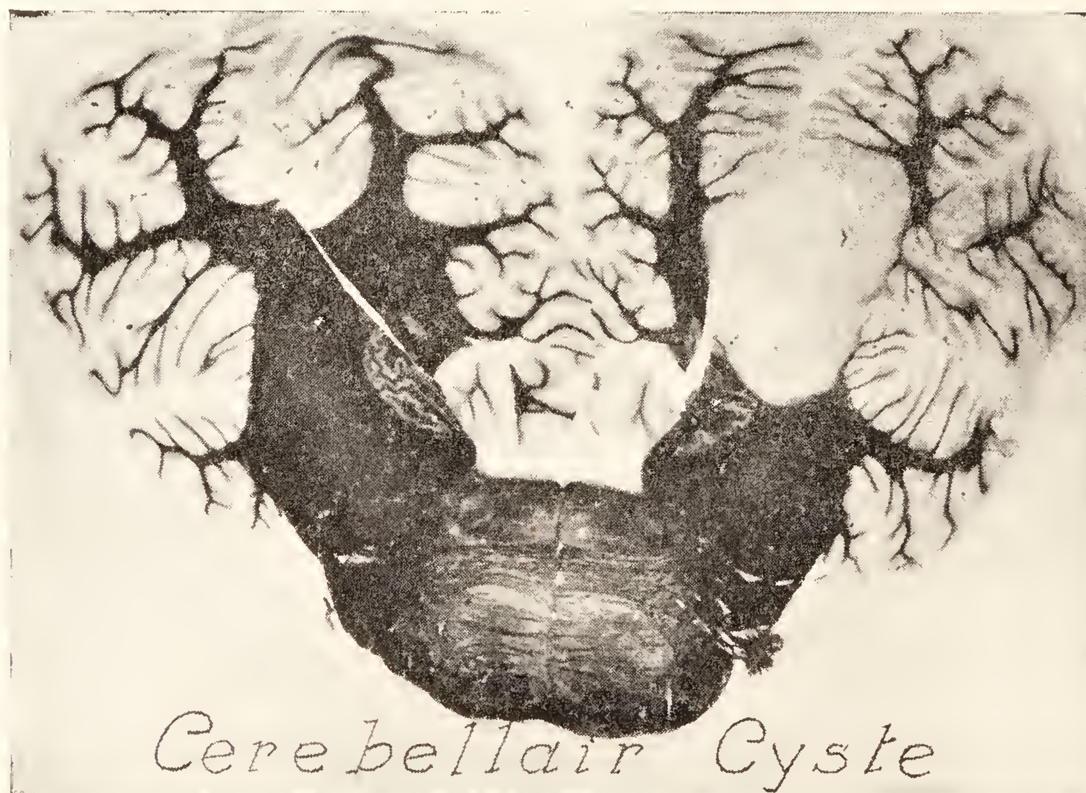


Abb. 18 *a*. Cyste, lokalen Druck auf einen Abschnitt des gezahnten Kerns herbeiführend.

[1]) GOLDSTEIN: Klinische Wochenschr., 1924, S. 1255.



Abb. 18 *b*. Der Nucleus dentatus, in sechs aufeinander folgenden Schnitthöhen. Die dunklen Partien zeigen mehr oder weniger starke histologische Änderungen. Die gezahnten Linien zeigen den Rand der Cyste.

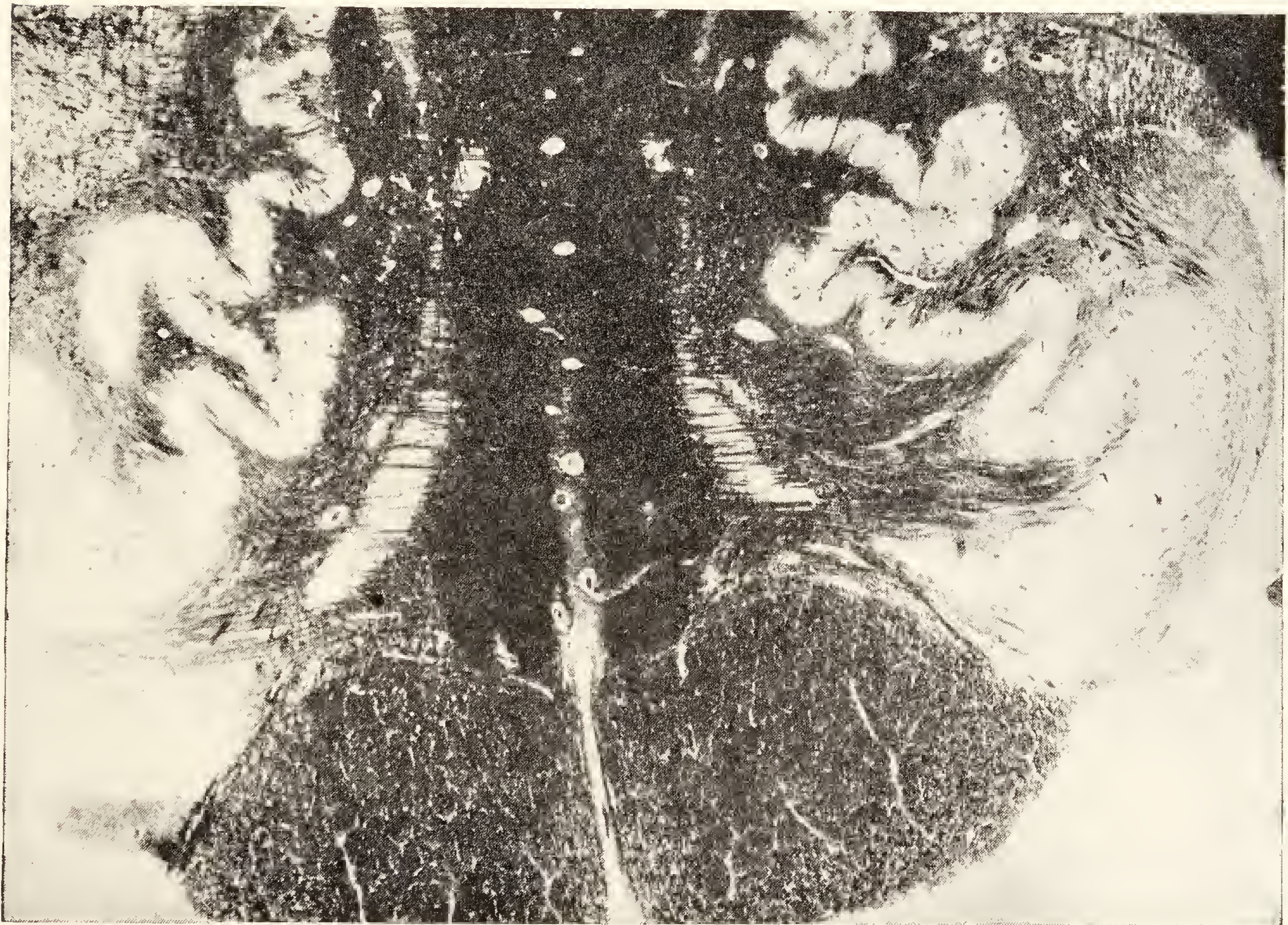


Abb. 18c. Schnitt durch die unteren Oliven.

restiforme sich entwickelt, endet. Das Corpus restiforme hat nur wenig von seinem Faserreichtum eingebüszt, was mit der schon früher ausgesprochenen Vermutung, dasz die olivo-cerebellären Fasern vor allem zum Wurm gehen, in Übereinstimmung ist. Das Merkwürdige an diesem Fall ist, dasz die Kleinhirnkerne nirgends in dem Tumor aufgehen. Nur hat ein beschränkter Teil des Nucleus dentatus (der latero-dorsale Teil des Dentatumbandes) durch den direkten Druck stark gelitten, so dasz kaum eine normale Ganglienzelle dort zu finden ist (Abb. 18 b). Hier haben wir also einen idealen Fall, um genauer festzustellen, wo die olivo-cerebellären Fasern enden, in den Kernen oder in der Rinde? (siehe die ausführliche Diskussion über dieses Problem bei KLIEN [1])).

Zweitens: in welchen Teilen der Oliven enden die cortico-olivären Fasern? Der Versuch dieses Problem an diesem Falle zu lösen, birgt jedoch gewisse Gefahren, weil — wie schon gesagt — durch den Druck auf einen kleinen Teil des Nuc. dentatus sichtlich Nekrose von Zellen (Schwarz in Abb. 18 b) in diesem Kern verursacht wurde. Diese Komplikation läszt jedoch erwarten, dasz der Unterschied im Entartungsgrad der Zellen des Nuc. dentatus (einerseits durch direkten Druck, andererseits durch Unterbrechung von zahllosen corticalen Fasern) in verschiedengradiger Degeneration der Oliventeile seinen Ausdruck findet. Es kann also Licht auf den dritten Punkt fallen, nämlich:

Drittens: welche Teile des Nuc. dentatus, und welche der Oliva inferior sind miteinander näher verbunden? Es scheint mir, dasz die stärkere Beschädigung der linken Olive (Abb. 18 c) mit der Zellenerweichung, die man im medialen Teil des direkt durch Druck beschädigten Teils vom Nuc. dentatus gefunden hat, übereinstimmt.

Ein Vergleich mit KLIENS Fall aus dem Jahre 1922, der sicher zur genauen Feststellung der Fragen auf diesem Gebiet beigetragen hat, drängt sich uns auf; kann doch K.'s Fall als Gegenstück zu dem meinigen gelten, weil der Unterschied der Entartungen so frappant ist: in K.'s Fall ging der Nuc. dentatus in einer Erweichung auf. Sehr lehrreich ist in dieser Hinsicht der Vergleich von KLIENS Abb. 3 mit meiner Abb. 18 b (die Linie c. bedeutet Wand der Cyste).

Im Gegensatz zu dem riesigen Verlust an markfarbigen Fasern in den Markstrahlen des ganzen rechten lateralen Lobus und, ein wenig schwächer, im linken lateralen Lobus, in KLIENS Fall, kann man in meinem Fall der Cyste kaum eine Aufhellung der weiszen Substanz auf beiden Seiten bemerken. Dasz ein bedeutender Teil der olivo-cerebellären Fasern wirklich in der Rinde endet, ist aus der deutlichen Verminderung der Mark enthaltenden Fasern in den Markstrahlen derjenigen lateralen Lobusteile zu schlieszen, die durch die Cyste die direkte Verbindung mit dem Corpus restiforme verloren hatten. Eine ausgezeichnete Diskussion über diese Fragen findet man bei KLIEN.

---

[1]) KLIEN: Monatschr. f. Psych. und Neur., Bd. 45, 1919, SS. 1—46.

Der scheinbare Unterschied an Faserreichtum im mittleren Kleinhirnstiel in Abb. 18 a ist blosz Folge davon, dasz die Schnittrichtung schief getroffen wurde. In der Stärke der Bindearme konnte ich keinen Unterschied finden.

Der Wert des Falles von KLIEN — jedenfalls für die Änderungen in den Oliven —wird durch das gleichzeitige Bestehen zweier Herde um den linken Linsenkern vermindert, da durch letztere sicherlich auch das linke Haubenbündel und also auch die Ganglienzellen gewisser Teile der Olive gelitten haben. Die Stärke der Entartung der linken Olive in KLIENS Fall ist m.E. der kombinierten Wirkung sowohl seitens des linken Linsenkernherdes als auch des rechten cerebellären Herdes zuzuschreiben, durch welch letzteren der laterale Teil des Nuc. dentatus vollkommen vernichtet wurde.

Hinsichtlich der Frage, ob das rechte Kleinhirn auch homolaterale Verbindungen mit der Olive besitzt, erscheint es mir als fast sicher, dasz sowohl in KLIENS als auch in meinem Fall das Bestehen solcher homolateralen Olivenverbindungen, und zwar mit der Umschlagstelle des ventralen und dorsalen Blattes, angenommen werden musz. Auszerdem jedoch fand man auf der oralen Seite der Serie das ganze dorsale Blatt verändert, wodurch eine merkwürdige Übereinstimmung mit den homolateralen Veränderungen in BROUWERS [1]) Fall einer einseitigen cerebellären Atrophie zustande kommt.

Im Falle von LAIGNEL LAVASTINES [2]), der auch ausschlieszlich die weisze Substanz betrifft, jedoch durch Herde in den Bindearmen verwickelter ist, schien gerade das dorsale Blatt der Hauptolive normal zu sein (Abb. A). THOMAS, MASUDA, SCHAFFER fanden keine Veränderungen der gleichseitigen Oliven; HOLMES und STEWART [3]) nur bei einem von ihren 10 Fällen. Sicherheit über die Frage, ob diese Verbindung nur cortical oder ausschlieszlich nucleär ist, scheint mir hier zu erhalten; in meinem Fall war nämlich durch direkten Druck ein latero-dorsaler Teil des Dentatumbandes getroffen. Ein Unterschied zwischen KLIENS Fall und dem meinigen besteht schlieszlich darin, dasz bei KLIENS Dentatumherd die dorsale und mediale Nebenolive, wie es scheint, unberührt blieben, während in meinem Fall sowohl die dorsale als auf der gekreuzten Seite des Herdes auch die mediale (nl. die ventrale Spitze derselben, Fig. 18 c links, ist geschwollen im Vergleich zu der rechtsseitigen medianen Olive) Abweichungen der Zellen aufwies. Hier drängt sich ein Vergleich mit UEMURAS Fall auf, in welchem auch der laterale Teil der Hauptolive degeneriert gefunden wurde. In diesem Fall eines Traumas der rechten Kleinhirnarme war auch die zentrale Haubenbahn primär getroffen; und zweifellos sind Veränderungen in der gleichseitigen Olive

---

[1]) BROUWER: Arch. f. Psychiatrie LI (?), 1913, S. 555.

[2]) LAIGNEL LAVASTINES: Iconographie de la Salpétrière, XIX, 1906, S. 541.

[3]) HOLMES und STEWART: Brain, 1908, S. 125.

[4]) UEMURA: Schweizer Arch. f. Neur. u. Psych., 1917.

dann zu erwarten (U.'s Bemerkung, S. 361 unten, ist mir denn auch nicht ganz verständlich), doch ein so groszer Zellenschwund kommt dabei nicht vor. Man musz also auch hier einen Einflusz seitens des Nuc. dentatus und der Rinde auf die gleichseitige Olive anerkennen. Die starken Veränderungen des lateralen Teils der gleichseitigen Hauptolive in UEMURAs Fall ist wahrscheinlich dem kombinierten Einflusz des Untergangs der gleichseitigen Haubenbahn und des gleichseitigen Corpus restiforme zuzuschreiben. Wir konstatieren hier also einen Widerspruch, der aufgeklärt werden soll, zwischen den experimentellen Feststellungen bei Gebrauch der MARCHI-Färbung (HORSLEY und CLARKE: keine einzige Faser der Rinde tritt in die Kleinhirnstiele hinein, ebenso ALLEN [1]): „Es gibt keinen Beweis dafür, dasz cerebelläre Rindenfasern in die Olive treten") und diesen pathologischen Befunden. Erstens haben PROBST und SACHS nach corticaler Verletzung ganz bestimmt PURKINJE-Fasern gesehen, die in der unteren Olive endeten. An zweiter Stelle kann ein Vergleich von Kaninchen- und Eichhörnchenpräparaten, angefertigt nach Exstirpation des Flocculus, die Erkenntnis fördern. Während der Flocculus des *Kaninchens* einen Teil des Nuc. dentatus enthält, findet man beim Eichhörnchen nur corticale Lamellen im Flocculus. Bei letzterem Tier findet man mit Sicherheit eine sehr feine Entartung, die nach Exstirpation des Flocculus zum Corpus restiforme und zu den Oliven verläuft. Dieser Befund ist als übereinstimmend zu erachten mit dem, was wir bezüglich der anderen in der Olive endenden Fasern fanden, und mit dem Hinweis HAENELS und BIELSCHOWSKYs, nämlich dasz die Fasern nur eine sehr dünne Markschicht besitzen, bezw. diese in der Nähe ihres Endpunktes ganz verlieren. Auf Grund des gesamten Materials musz m.E. ganz bestimmt angenommen werden, dasz die cerebelläre Rinde (d.h. PURKINJE-Zellen) absteigende Fasern zur Oliva inferior hinsendet.

ABSCHNITT IV.

Die Blickzwangsstellungen oder Blicklähmungen.

KAPITEL 16.

§ 1. Einführung. Begriff und Definition der Augenmittelstellung.

Die anatomisch-physiologische Grundlage der Zwangsbewegungen bei den üblichen niederen Versuchstieren findet man in den vorhergehenden

---

[1]) W. F. ALLEN: Jnl. Comp. Neurol., 36, 1924, S. 435

Abschnitten dieses Werkes beschrieben. Es hat sich merkwürdigerweise herausgestellt, dasz es sich bei den Hauptfragen, die uns die Zwangsbewegungen und Zwangsstellungen einerseits, die Blicklähmungen andrerseits aufgeben, um gleichgerichtete Problemstellungen handelt. Wenn man das gesamte vorliegende anatomisch-physiologische Material übersieht, wird es einem durchaus klar, weshalb alle Versuche der Kliniker, eine brauchbare Lehre der horizontalen und vertikalen Blicklähmungen aufzustellen, scheitern muszten. Das Studium der Blicklähmungen selbst kann nicht zu einer klaren Einsicht in die verwickelten Verhältnisse beim Menschen führen, wenn es nicht das Schluszglied einer Kette von Darstellungen über die Lokomotion, bezw. über die Zwangsbewegungen und die Augenbewegungen der niederen und höheren Tiere bildet.

Auf Grund der bei den niederen Tieren erworbenen propädeutischen Kenntnis der Blicklähmungen kann es dann keinem Zweifel unterliegen, dasz wir es tatsächlich mit drei Gruppen von Blickzwangsstellungen zu tun haben, deren Zentren und deren Verbindungsbahnen jede für sich im Hirnstamm von den vestibulären Kernen bis in das Vorderhirn zu suchen sind. Zwar kennt die Klinik bis jetzt ausschlieszlich zwei Formen von Blickzwangsstellung: die horizontale (nach rechts und links) und die vertikale (nach oben und unten). Das ist aber nur darauf zurückzuführen, dasz infolge der *aufrechten Stellung* der Primaten die zwei, in zwei senkrecht zueinander stehenden Ebenen sich abspielenden Zwangsbewegungen der Vierfüszler, die Manegebewegung und die Rollbewegung beim Menschen, wenigstens was die Augen betrifft, auf eine Ebene, und zwar die horizontale, beschränkt wurden. In der posturalen Physiologie und Pathologie des Menschen finden wir noch zwei Überreste des bei den Versuchstieren nachweisbaren Syndroms der Zwangsbewegung und Zwangsstellung in der Frontalebene, d.h. der Rollbewegungen, vor, nämlich das Umfallen nach der Seite, das beim Menschen kaum etwas von seiner ursprünglichen Bedeutung, wenn auch an Heftigkeit, eingebüszt hat und die HERTWIG-MAGENDIE'sche Schielstellung, die nur ab und zu als atavistischer Überrest bei ihm in die Erscheinung tritt.

Um die Verhältnisse beim Menschen richtig begreifen zu können, musz man sich die Umwandlung vorstellen, die sich mit den drei Zwangsbewegungen der niederen Tiere vollzieht, wenn die Primaten die horizontale Stellung der Wirbelsäule aufgeben und anfangen, die Wirbelsäule vertikal unter dem Kopf zu tragen. Während die Zwangsbewegungen nach unten und oben kaum eine Änderung erfahren und im Prinzip auch die horizontale, die Manegebewegung, sich selbst gleich bleibt, kann aber von einer eigentlichen Rollbewegung und den damit zusammenhängenden, wichtigen kompensatorischen Augenrollungen kaum mehr die Rede sein. Von dem vollständigen Syndrom der Rollbewegungen behält also nur die eine Teilerscheinung — das zur Seite Fallen — nach wie vor ihre Bedeutung für das Gleichgewicht und die Lokomotion.

§ 2. *Definition der Blicklähmungen, des Gleichgewichts und der Augenmittelstellung.*

Seit FOVILLE als erster die Aufmerksamkeit auf die Existenz der Blicklähmungen gerichtet hat, ist der Begriff der Blicklähmung ein fester Bestandteil unserer klinischen Betrachtungsweise geworden. Es handelt sich um ein Symptom, das immer als ernst, öfters als fatal anzusehen ist; spontanes Zurückgehen ist nur selten beobachtet worden.[1]) Die Bedeutung des Symptoms liegt vor allem darin, dasz die weitere Entwicklung der Hirnstammdiagnostik an ein besseres Verstehen dieses Symptoms gebunden erscheint. Auf Grund der jetzt erworbenen Einsicht, dasz die ,,Blicklähmung" keine Lähmung, sondern eine Teilerscheinung des Syndroms der Zwangsbewegungen und Zwangsstellungen ist, erscheint es fraglich, ob man diese nunmehr unrichtige und irreführende Bezeichnung weiter beibehalten soll.

Gegen das Festhalten der alten, überall eingebürgerten Nomenklatur wäre in der Tat nichts einzuwenden, wenn nicht die Lehre der Zwangsbewegungen, wie wir gesehen haben. (S. 10, PRÉVOST), an unser Vorstellungsvermögen erhebliche Ansprüche stellte, ein Umstand, welcher in der Geschichte des Themas zu Verwirrungen bei der Beschreibung der Zwangsbewegungen selbst geführt hat.

Die Schwierigkeit, sich die Verhältnisse plastisch vorzustellen, erscheint mir besonders grosz, weil sich schon bei der Untersuchung eines in Rückenlage befindlichen Menschen der Vergleich mit den Zwangsbewegungen der Tiere nicht ohne weiteres anstellen läszt. Falls ein Individuum in Rückenlage eine Rollbewegung nach *rechts* ausführt — wie die Versuchstiere, vergl. S. 115 — so wird das Gesicht nach links gerichtet werden, infolge der Rückenlage geschieht die Ortsveränderung, Folge der Rollung, nach *links*. Dabei wird das rechte Auge nach unten, das linke nach oben gerichtet sein (HERTWIG-MAGENDIEsche Schielstellung). Wie man sieht, ist es noch das einfachste, sich die genau studierten Verhältnisse beim Tier zu vergegenwärtigen. Aber dann wird man auch gut daran tun, die Bezeichnungsweise der Bewegung (Rollen) und die der Richtung (nach rechts und links) mit der bei den Vierfüszlern üblichen in Übereinstimmung zu bringen.

Ein anderer Fall: ein im Bett aufsitzender Kranker zeigt das Syndrom der Manegebewegung nach rechts; d.h. es besteht in diesem Falle eine ,,déviation conjugée" beider Augen nach rechts. Der Sitzende kann die Augen nicht nach links über die Mittellinie bringen, er zeigt einen Nystagmus langsam nach rechts, der bei dem Versuch, nach links zu blicken, schneller und stärker wird. Hier schlieszt die Bezeichnung ,,Blicklähmung nach links" jeden Vergleich mit den Verhältnissen bei den gutstudierten Vierfüszlern aus. Man wird das Verständnis des Syndroms erleichtern, wenn man durchgehend konjugierte Deviation oder besser

---

[1]) U.a. ROGER, CRÉMIEUX, BONNET: Rev. Oto-neuro-opth., 1932, S. 515.

horizontalen Blickzwang nach rechts feststellt. Gleichzeitig ist man dann aus dem von den Klinikern unangenehm empfundenen Dilemma heraus, ob man solche Fälle als „Blicklähmung nach links" oder, wenn sie ausgesprochener sind, als „konjugierte horizontale Deviation nach rechts" bezeichnen soll; denn beide Erscheinungen stellen nur verschiedene Grade des gleichen Phänomens dar.

Diese Behauptung gilt auch für die Verhältnisse bei der vertikalen Blicklähmung. Ein Kranker kann z.B. die Augen nicht unter die Horizontallinie bringen, ohne dasz Nystagmus mit dem langsamen Schlage nach oben entsteht; einem zweiten Patienten ist es nur mit aller Anstrengung möglich die Augen für einen Augenblick nach unten zu richten, bei einem dritten ist der Blick dauernd nach oben gewandt, und der Kranke kann kaum die Blickrichtung ändern, oder es besteht gar völlige Zwangsstellung nach oben. In allen diesen Fällen hat man es mit ein und demselben Syndrom in verschieden starker Ausbildung, und zwar immer mit Blickzwangsstellung nach oben, zu tun. Es ist einleuchtend, dasz man für das klinische und lokalisatorische Verständnis durch die Übernahme der aus der Physiologie stammenden Bezeichnungsweise zu einer beträchtlichen Vereinfachung der Beobachtung und zu einer besseren klinischen Auswertung gelangen kann.

Tiefblickende Kliniker haben immer die Schwierigkeit empfunden, bei einem solchen Zustande von einer Lähmung zu sprechen. Bereits FOVILLE sagt: hier ist ein Muskel (Rectus internus) der ausscheidet, wenn er für die eine Funktion (seitwärts sehen) benutzt werden soll, der aber bei der anderen Funktion (Konvergenz) normal mitwirkt. Die neueste Phase in der Entwicklung dieses Problems, in der die Beschäftigung mit den automatischen Bewegungen der „gelähmten" Augenmuskeln in den Vordergrund trat, drängt noch viel mehr zur Revision der ganzen Sachlage. Die Überlegung, dasz zuerst WERNICKE, später SPILLER und FREEMAN vergebens einen Unterschied zwischen Blicklähmung und konjugierter Deviation zu definieren versuchten, spricht im selben Sinne.

Nicht nur für eine richtige Begriffsbildung ist der ständige Vergleich mit den Erscheinungen bei den Versuchstieren unumgänglich notwendig, sondern auch in einer anderen Hinsicht scheint mir der Vorschlag, die physiologische Nomenklatur in der Klinik zu benutzen, von Vorteil. Da die anatomisch-physiologische Untersuchung der Zwangsbewegungen zu der Erkenntnis geführt hat, dasz die Bahnen für die Zwangsbewegung und die Zwangsstellung, für die Fallneigung und die Blickzwangsstellung und für den Nystagmus nach einer bestimmten Richtung entweder miteinander identisch sind oder auf alle Fälle ganz nahe zusammen liegen, so folgt daraus für die Klinik, dasz *erstens* mit der Feststellung eines dieser in der Regel vom Truncus cerebri stammenden Symptome ein Hinweis gegeben ist, auch nach den anderen, damit organisch zusammenhängenden Teilen des Syndroms zu fahnden und sich gegebenenfalls zu bemühen, in aufeinander folgenden Untersuchungen Schritt für Schritt das ganze Syn-

drom in seiner Entwicklung oder seinem Abbau zu verfolgen; und dasz *zweitens* die Erkenntnis der Zusammengehörigkeit früher als gesondert betrachteter Symptome grosze Vorteile für das klinische Verständnis mit sich bringt und grundlegend für die Diagnostik des Hirnstammes werden könnte. Von der hier befürworteten neuen Definition fällt auch Licht auf eine sowohl in der Physiologie als auch in der Klinik empfundene Schwierigkeit. Ich denke dabei an die bis jetzt als ungenügend betrachtete Definition des „Gleichgewichtes". Vielfach hat man sich mit der für leblose Gegenstände passenden Definition behelfen wollen: ein Körper befindet sich im Gleichgewicht, wenn die Senkrechte vom Schwerpunkt in die Unterstützungsfläche fällt. Doch war man sich immer bewuszt, dasz die Erhaltung des Gleichgewichtes bei einem lebenden Wesen auf einem äuszerst komplizierten Zusammenarbeiten des Tonus der Agonisten und Antagonisten beruht, dasz das Gleichgewicht eines lebenden Körpers von einer ausgedehnten posturalen Koordination abhängt, deren Defekte als Schwindelgefühle empfunden werden und als Ataxie in die Erscheinung treten. Kurz, eine brauchbare Definition des physiologischen Gleichgewichtes tut noch not.

Brauchbar und nützlich scheint mir die folgende, sich uns auf Grund des Studiums der Zwangsbewegungen ergebende Definition: Gleichgewicht besteht in einem bilateral-symmetrischen lebenden Organismus, wenn alle die sechs Hauptbewegungstendenzen, welche durch Bahnen und Kerne im Hirnstamm gesondert vertreten sind, sich gegenseitig die Wage halten. Und — „Pars pro toto" — wenn man das Augengleichgewicht als Teilerscheinung des Körpergleichgewichtes betrachtet, kann man die Behauptung aufstellen: die Augäpfel befinden sich in Mittelstellung, d.h. im motorischen Gleichgewicht, wenn die in den vestibulären Kernen, in den commissuralen Kernen und im Striatum gesondert lokalisierten Innervationsapparate für die 6 verschiedenen Bewegungsrichtungen (nicht Muskeln) sich in ihren Wirkungsmöglichkeiten gegenseitig aufheben.

Jetzt wird uns auch klar, wie wenig die Verhältnisse bei den die Körperachse horizontal tragenden Tierformen und bei denjenigen, welche sie vertikal tragen, identisch sind.

Identisch sind bei den Tieren (von den meisten Fischen bis zu den meisten warmblütigen Vierfüszlern) und beim Menschen: Manegebewegung und konjugierte Deviation nach rechts und links, Zwangsbewegung und Augenzwangsstellung nach oben und unten, sowie Fallneigung nach vorn und hinten. Gemeinsam ist auch von dem Syndrom der Rollbewegung: das Fallen nach rechts und links. Dagegen wird in der letzten Kategorie (Aufrechtgänger) die eigentliche Rollbewegung d.h. die schraubenförmige Ortsbewegung (Lokomotion) und ebenfalls die zugehörige Hertwig-Magendie'sche Schielstellung der Augen nur mehr als atavistischer Überrest als Folge gewisser Herde im Hirnstamm in die Erscheinung treten.

§ 3. *Analyse der Kopf- und Augenzwangsstellungen. Häufige Kombinationen. Zwangsstellungen bei Erkrankungsprozessen der hinteren Schädelgrube und bei Ohrerkrankungen.*

Wenn wir uns immer wieder die Verhältnisse bei den Versuchstieren in Erinnerung bringen, so ist es einleuchtend, dasz Kontinuitätstrennungen von posturalen Bahnen (d.h. Bahnen, die der Haltung und Stellung dienen) im Hirnstamm sich meistens nicht auf *ein* System von Bahnen und Kernen beschränken, sondern dasz meistens mehrere Bahnsysteme und zwar in verschiedenem Grade daran beteiligt sind. Während die Bahnen und Kerne für die vertikalen Bewegungen gesondert verlaufen und besonders organisiert sind, treffen wir beim Versuchstiere besonders häufig eine Verbindung der *Manege-* und *Roll*bewegung an, deren sekundäre vestibuläre Verbindungen sich alle im H.L.B. sammeln, und deren tertiäre Verbindungen gleichfalls zwischen den Commissurkernen und dem Pallidum zusammen verlaufen. Oft trat nach Durchschneidung eines H.L.B. die Manegebewegung nach der gesunden Seite erst zutage, wenn die Rollungen (nach der kranken Seite) aufgehört hatten. Ein gleiches Verhalten finden wir beim Menschen vor, aber mit dem Unterschiede, dasz, entsprechend der gröszeren Wertigkeit der Bahnen für die horizontale Bewegung beim Menschen, fast nur die konjugierte horizontale Deviation nach der gesunden Seite in die Erscheinung tritt. Dasz die konjugierte Deviation nach der einen Seite so oft mit Fallrichtung nach der andren Seite verbunden ist, findet wohl in dem eigentümlichen (bei Tieren und Menschen — vergl. SS. 7, 30, 45, 96 — gleichen) Verlauf der aufsteigenden Bündel in den H.L.B. seine Erklärung.

Dasz die Schwierigkeiten der Analyse der (beim Menschen selten vorkommenden) Rollstellung und der (häufigen) konjugierten Deviation in der horizontalen Ebene erheblich werden, ist Folge davon, dasz bei diesem (beim Tiere regelmäszigen) gemeinsamen Auftreten z.B. nach Kontinuitätstrennung des *rechten* H.L.B. die Manegebewegung nach *links,* die Rollbewegung nach *rechts* gerichtet ist, die Kopfneigung des Menschen eine Mittelstellung zwischen den beiden, beim Aufrechtgänger nicht so stark unterschiedenen Kopfstellungen einnimmt. Es ist ja klar, dasz bei Durchschneidung des *rechten* H.L.B. oder aber bei Läsion des *linken* Pallidums, infolge der Manegebewegung das Gesicht horizontal nach *links* gewendet ist, während der Kopf infolge der gleichzeitigen Rollstellung nach *rechts* gedreht ist, das Kinn nach unten und links, das Hinterhaupt nach rechts (S. 84). Vollkommen anders ist die Lage bei einer Erkrankung der DEITERS-*Kerngegend;* nach einer solchen Läsion beim Tiere finden wir die Manege- und die Rollbewegung *beide* nach der *kranken* Seite gerichtet. Da wir annehmen dürfen, dasz beim Menschen gleichartige Verhältnisse vorliegen, ist es unter diesen Umständen kein Wunder, dasz die Befunde in der Klinik z.B. bei Acusticustumoren so verschieden ausfallen. Hier wird es von kleinen Einzelheiten des Druckes abhängen, den der Tumor auf die verschiedenen Abschnitte des N. vestibularis oder mehr noch der vesti-

bulären Kerne ausübt, ob z.B. bei einem rechtsseitigen Acusticustumor die horizontale Zwangsstellung nach rechts (Gesicht nach rechts gewandt) vorherrschen wird oder die Rollbewegung nach rechts (Gesicht nach links gewandt, während das Hinterhaupt nach rechts oben gedreht ist).

Wenn man sich der Mühe unterzieht, diese im Grunde doch sehr einfachen Verhältnisse ruhig zu überlegen, wird es einem klar, weshalb der Streit um die diagnostische Bedeutung der Rumpf- und Kopfstellung bei infratentoriellen Prozessen nicht eher entschieden werden kann, als bis das richtige Verständnis dieser Zwangshaltungen dem Kliniker in Fleisch und Blut übergegangen ist. Hier haben auch die Schwächen der Stellreflexlehre — wie aus ALENBURGERS und WOLFFS [1]) neuer Arbeit hervorgeht — das ihrige getan, die Verhältnisse unnötig zu komplizieren. Alle Autoren nehmen mit der genannten Lehre an, dasz Ausschaltung des rechten Labyrinths den Tonus der rechtsseitigen Strecker herabsetze. Sie suchen deshalb nach chronaximetrischen Unterschieden zwischen den Muskeln der rechten und der linken Seite; — vom Standpunkt unserer Lehre der vestibulären Zwangsbewegungen wohl vergebens! Wie aktuell diese Frage ist, geht daraus hervor, dasz im gleichen Heft eine Arbeit von BEYLIN erschienen ist, in der daran erinnert wird, dasz bereits BATTEN [2]) nach einer sehr ausführlichen Untersuchung an gröszerem Material keine feste Regel für die Richtung der Kopfhaltung finden konnte. Er stellte bei Acusticustumoren ebenso oft Kopfwendung nach der *kranken* wie nach der *gesunden* Seite fest — wiederum vollständig in Übereinstimmung mit dem, was die Lehre der Zwangsbewegungen voraussagte. Doch haben BATTEN, HOLMES und STEWART ebenso wie THOMAS keineswegs den feinen Unterschied zwischen der reinen Horizontal*wendung* des Kopfes und der Kopf*rollung* gemacht, bei welch letzterer der Kopf vor allem auch zur Seite geneigt wird. Ihr Versuch, hier klare Verhältnisse zu schaffen, hätte Erfolg haben können, wenn sie nicht durch ihre weitere Beobachtung irregeführt worden wären, dasz auch anders lokalisierte, auch *supra*tentorielle Tumoren diese beiden Stellungsänderungen zeigten, ebenso wie FOERSTER sie bei striärem Leiden vorfand. Auch diese, die Autoren irreführende Tatsache folgt jedoch unmittelbar aus den S. 81—85 dargelegten Anschauungen und stimmt mit ihnen völlig überein. Kein Wunder, dasz man in der Literatur grundsätzlich verschiedene Auffassungen über dieses wichtige Symptom vertreten findet. Während CUSHING und seine Schüler geneigt sind, die schiefe Kopfhaltung als eine Schutzreaktion gegen den Kopfschmerz aufzufassen, fragt WEISENBURG, ob nicht die Diplopie der Haltungsänderung zugrunde liege; STENVERS, VAN BOGAERT und MARTIN glauben darin einen unwillkürlichen Versuch des Patienten zu sehen, die Liquorbewegung in Gang zu halten.

WILSON meint darin einen partiellen Enthirnungszustand zu sehen. In-

---

[1]) ALENBURGER und WOLFF: Ges. Neur. u. Psych., Bd. 138, 1932, S. 617.

[2]) BATTEN: Brain, 1906, S. 494.

teressant war RUSSELL BRAINs Bemerkung, dasz vielfach vor der Operation das Gesicht nach der *gesunden* Seite gewandt war (d.h. deshalb im Sinne der Rollung nach der kranken Seite) und nach der Operation oft nach der *kranken* Seite.

Wenn es überhaupt noch eines Beweises bedürft hätte, dasz die Klinik ohne das Tierexperiment auf Irrwege kommen musz [1]), die Geschichte der diagnostischen Bedeutung der Kopfwendung hat ihn endgültig geliefert. Die Abb. 11 (S. 100) und 19 a und b (S. 226), den Verlauf des Tr. vestibulo-mesencephalicus cruciatus — die Bahnverbindung der horizontalen Zwangsbewegung — illustrierend, belehrten uns, dasz die wichtigste mit dem horizontalen Bogengange und (wahrscheinlich) mit dem Nucleus triangularis in Verbindung stehende Bahn im verlängerten Mark unmittelbar die Mittellinie kreuzt und bis in die Gegend der Commissura posterior aufsteigt. Dagegen behält der homolateral bleibende Tr. vestibulo-tegmentalis lateralis für die Rollbewegung (und seitliche Fallneigung beim Menschen) seine Stelle im H.L.B. ebenfalls bis in die Commissura posterior, wo er kreuzt (Abb. 11, Abb. 19, S. 226 und Abb. 45, S. 410).

So sieht man, dasz eine nicht reizende Läsion in der rechten Vestibulargegend des Menschen — in Übereinstimmung mit den Beobachtungen an den Versuchstieren — zugleich Rollneigung nach rechts und horizontale konjugierte Deviation nach rechts verursachen musz. Die entsprechenden sekundären Bahnen aus der rechten Vestibulargegend trennen sich gleich oral von der Vestibulargegend. Das homolaterale Roll- und das gekreuzte Manegebündel laufen zusammen im H.L.B. bis zur hinteren Commissur, wo *beide* kreuzen, das Manegebündel also zum zweiten Male. Auch weiter zwischen hinterer Commissur und Pallidum bleiben diese Bahnen zusammen. Also: in entgegengesetzter Richtung treten Kopfwendung und Kopfrollung auf bei Läsionen oberhalb der Vestibulargegend und ebenfalls zwischen Commissur und Pallidum: eine Unterbrechung des H.L.B. rechts wird Kopfwendung nach links und zugleich Kopfrollung nach rechts zur Folge haben. Die Schwierigkeit der Unterscheidung entsteht dadurch, dasz bei einer Rollung nach rechts (im Sinne der Versuchstiere) der Kopf sich auf die rechte Schulter legt und die zugleich auftretende horizontale Wendung nach rechts öfters verdeckt oder maskiert wird. Wenn wir es bei der Analyse der Zwangsstellungen des Kopfes und der Augen schon hier mit ziemlich komplizierten Verhältnissen zu tun haben, dann versteht man, dasz es keine leichte Aufgabe ist, eine Erklärung zu geben, wenn, wie es oft bei Tumoren des Mittelhirns oder bei postencephalitischen Er-

---

[1]) In einer ausgezeichneten, auch kritischen Übersicht hat LÜTZ (Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., LXX, 1923, S. 213) alles, was von klinischer Seite über Blickwendungen und deren Störungen beobachtet worden ist, zusammengebracht. Nolens volens zeigt er, zu welch hoffnungsloser Verwirrung die einander widersprechenden Tatsachen führen müssen, wenn man annimt, dasz alle bis jetzt angegebenen corticalen Blickzentren und nach DUVAL LABORDE das pontine Zentrum im Abducenskern zu Recht bestehen würden.

krankungen der Fall ist, auch noch Zwangsstellungen in der vertikalen Ebene vorliegen. Wenn BRUNNER [1]) in Fällen von Eiterung des Labyrinths Torticollis beobachtet, wenn die Ohrenärzte Schwierigkeiten haben, wenn sie bei Erkrankung des Nerv. vestibularis (und der einzelnen Bogengänge) so oft Kombinationen von horizontalem und rotatorischem (zu Unrecht von ihnen „vertikal" genannt) Nystagmus antreffen, dann hat man es zweifellos mit Manifestationen der beiden gesonderten Systeme zu tun. So bemerkte schon BARTELS [2]), dasz die Augenbewegungsverhältnisse und besonders die des Nystagmus beim Menschen zu kompliziert seien als dasz eine richtige Auffassung sich bilden könne, ohne dasz man sich vorher grundsätzlich mit den bei den Tieren obwaltenden Verhältnissen auseinandergesetzt habe. Interessant ist, wie sich bei einem klinischen Untersucher wie OHM die Anschauungen in diesen Fragen entwickelt haben. Er bekennt ja selbst [3]), dasz er den vestibulären Einflusz auf die Augenbewegungen in seinen früheren Untersuchungen weit unterschätzt habe, und dasz er langsam zu der Erkenntnis gekommen sei, dasz die vestibulären Zentren die wirkliche Blickzentren darstellen, auf welche das Licht einwirkt, u.a. in den eigentümlichen Rollungserscheinungen bei einseitiger Belichtung. Der optische Drehnystagmus zeigt übrigens viel Übereinstimmung mit dem vestibulären Nystagmus, der auch bei dem Nystagmus der Bergleute eine Rolle spielt.

Kein Wunder deshalb, dasz die ausführliche Diskussion über die angebliche Lokalisation des schnellen Ruckes in dem Cortex cerebri (Vergl. S. 461) anscheinend beendet ist, die man aus den übrigens so interessanten Untersuchungen LEIDLERs und BAUERs abgeleitet hatte.[4]) Wenn auch RHESEs Schlüsse (u.a. wollte R. die Fallneigung bei Vestibularerkrankung durch direkte Nervenverbindung mit den Rückenmuskeln erklären [5])) abzulehnen sind, so hat er sicherlich richtig gesehen, wenn er darauf dringt, dasz man auch bei peripheren Ohrerkrankungen die Fallrichtung mit grösserer Aufmerksamkeit untersuchen solle. Wenn RHESE zu der Annahme von 24 verschiedenen vestibulären Systemen kommt, dann wird die aus diesem Werk folgende Annahme von nur sechs uns als eine Vereinfachung erscheinen. Von Interesse sind auch die völlig mit unserer Auffassung übereinstimmenden Bemerkungen BARANYs [6]), dasz er als

---

[1]) BRUNNER: Handbuch der Neurologie. des Ohres, I, 1928.

[2]) BARTELS: Arch. der Ophthalmologie, Bd. 74, 1910, S. 85.

[3]) OHM: Arch. der Ophthalmologie, Bd. 107, 1922, S. 335.

[4]) Dagegen spricht nicht nur, dasz nach Zerstörung des Groszhirns und des Thalamus Nystagmus vorkommen kann (BAUER und LEIDLER, IVY, MEYERS, Journ. Nerv. a. Ment. Dis. V. 69, 1929, S. 591), sondern auch die enge Verbindung des asymmetrischen Nystagmus mit den Zwangsbewegungen. Der Nystagmus musz wohl in Hinsicht auf BETHEs Beobachtungen (Nystagmus an Krabbenaugen bei Reizung der Otolithen) als eine für die Funktion des Labyrinths allgemeine und notwendige Reaktion betrachtet werden.

[5]) RHESE: Zeitschr. f. Ohrenheilk., 73, 1915.

[6]) BARANY: Wiener Klin. Wochenschr., 1906, S. 321.

Ohrenarzt die konjugierte Deviation nach rechts als „Ausfall des schnellen Ruckes nach links" auffaszt, und dasz bei seinem horizontalen Nystagmus (wohl selten Folge von Labyrinthleiden, da meistens mit rotatorischem Nystagmus gemischt) niemals seitliches Fallen beobachtet wird. Dagegen ist die Richtung der Fallneigung immer identisch mit derjenigen der langsamen Phase des rotatorischen Nystagmus, und subjektiv entspricht dem Nystagmus eine Scheinbewegung der Gegenstände in der Richtung der raschen Bewegung. Ebenfalls stimmen die ANTONI'schen [1]) und BECK-schen [2]) Beobachtungen, dasz, wenn eine partielle Läsion des H.L.B. zu einer vollständigen wird, der langsam nach rechts gerichtete Nystagmus in eine konjugierte Deviation nach rechts übergeht, und dasz die Richtung des Vorbeizeigens in beiden Fällen der Richtung des langsamen Ruckes entspricht. Wenn auch die Erfahrung der Ohrenärzte dahin geht, dasz als *Lähmungs*erscheinung des rechten Labyrinths Nystagmus langsam nach rechts auftritt, und bei *Reizung* nach links, so sind doch ihre Beobachtungen mit Vorsicht zu beurteilen, wenn es sich um Hirnprozesse handelt. Nicht neurologisch begründet und nicht bewiesen ist u.a. LEIDLERs und BAUERs Versicherung auf Grund der Kaltspülungswirkung, dasz bei einem Tumor der rechten Hemisphäre „Übererregbarkeit des Labyrinths" bestehe. Denn sie geben einer richtigen Beobachtung eine unrichtige Deutung. Obwohl man allen diesen Tatsachen gegenüber den vestibulären Einflusz auf die Augenbewegungen kaum zu hoch veranschlagen kann, so sind doch andere Beobachtungen geeignet, vor einer Übertreibung in dieser Richtung zu warnen, wenigstens was den Menschen betrifft. Ich brauche nur an den Fall von SPILLER [3]) zu erinnern, der in einem Fall von Erweichung beider Nuc. triangulares normale Augenbewegungen (auszer nach oben) beobachtete. Dagegen stellten SPIEGEL und DEMETRIADES Ausfall der Augenbewegungen nach experimenteller Vernichtung der Vestibulariskerne fest.

§ 4. Worauf beruhen die Unterschiede zwischen den Zwangsstellungen (der Augen) beim Menschen und bei den Versuchstieren? [4])

Eine nähere Überlegung belehrt uns, dasz die SS. 9, 83 besprochenen Umstände — die Form des Körpers der Tiere und ihre gewöhnliche Form

---

[1]) ANTONI: Otolaryngol. Middellanden, 2, H. 3, 1916.

[2]) BECK: Monatschr. f. Ohrenheilk., 41, 1911.

[3]) SPILLER: Brain, 1925, S. 343. Dieser Autor, dem meine Untersuchungen aus dem Jahre 1914 unbekannt waren, bemerkt eben deshalb nicht, wie vielseitig er für den Menschen meine Beobachtungen an Versuchstieren bestätigt. Wenn er übrigens vom Fasc. octavo-mesencephalicus spricht, meint er einen Abschnitt der Schleife, nicht des H.L.B. Dies beruht aber blosz auf einer Annahme WINKLERs, der darin KAPPERS folgt, auf Grund von dessen Beobachtungen an Fischen. In meiner Brain-Arbeit 1922 habe ich dargetan, dasz dieser Bestandteil der Schleife nicht als sekundäres, vestibuläres Bündel angesehen werden darf. Die entsprechende Annahme ist jedenfalls ungenügend begründet.

[4]) Dieser Abschnitt ist teilweise die Übersetzung meiner 1915 erschienenen Abhand-

der Ortsbewegung — mit dem Auftreten und der Heftigkeit gewisser Zwangsbewegungen in einem ganz engen Zusammenhange stehen müssen. Bei den Tieren, bei welchen das Gleichgewicht in der frontalen Ebene — im Sinne der Rollung — wie bei den meisten Fischen und auch bei den Vierfüszlern auszerordentlich gefährdet ist, ist es wohl erklärlich, dasz die Rollbewegung in voller Stärke sich wenigstens bei Verletzung der Oblongata zeigen musz. Das umgekehrte Verhältnis findet man bei Tieren wie Schildkröten und Plattfischen. Dagegen ist das durch die nebeneinandergestellten Füsse dürftig geschützte Gleichgewicht der Vögel viel eher in der sagittalen oder vertikalen Ebene gefährdet; so auch beim Menschen. In Übereinstimmung damit kann man an Vögeln die Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene am besten untersuchen. Bei den verschiedensten Hirnstamm- und Kleinhirnerkrankungen des Menschen findet man die antero-posterioren Störungen (Schwankungen) in der Form, die die Engländer „Titubation" nennen. Zwangshaltungen in der vertikalen oder sagittalen Ebene nach vorn findet man vor allem bei Paralysis agitans, Pseudosklerose, Striatumleiden, und nach hinten besonders regelmäszig, falls der Dachkern in einen krankhaften Prozess einbezogen ist. Viel seltener sind beim Menschen die Rollstellungen, u.a. bei Enthirnungsstarre, beobachtet worden (Fall BALADO-CARILLO, S. 393).

Wenn wir die besonderen Verhältnisse beim Menschen untersuchen wollen, müssen wir daran denken, wie charakteristisch es in allen Fällen für die Zwangsbewegungen der Tiere ist, dasz alle beweglichen Körperteile bei ihnen eine deviierte Stellung im Sinne der Zwangsbewegung annehmen.

1. Das Besondere an dem Menschen ist zunächst darin zu suchen, dasz infolge der Entwicklung des Groszhirns die Pyramidenbahn die Zwangsstellungen der zugleich striär innervierten Gliedmaszen unterdrückt, während anscheinend die Augenbewegungen fast ausschlieszlich striär innerviert bleiben. Man kann nicht von einer Blick*lähmung* sprechen, — denn eine supravestibuläre Läsion veranlaszt niemals eine Muskellähmung — sondern nur von einer Zwangsstellung nach einer Richtung. Der Zwang kann jedoch so stark sein, dasz es völlig unmöglich ist, ihn zu überwinden, so dasz die entgegengesetzte Augenbewegung gelähmt *erscheint*. Supravestibulär bedingte Zwangsstellungen werden sich deshalb in der Augen- und Rumpf-, weniger deutlich in der Extremitäteninnervation manifestieren. Falls die Extremitäteninnervation durch infracorticale Herde leidet, wird man wohl als Interferenz der cortical-subcorticalen Innervation die ganze Scala vom einfachen Tremor bis zu Parkinsontremor, Chorea und Athetose, ja gewisse Formen epileptischer Entladung [1]) in die Erscheinung treten sehen.

---

lung: Handelingen 15e Natuur- en Geneesk. Congres, 5—10 April 1915, Amsterdam. Über dieses Thema wären auch BARTELS' interessante Ausführungen heranzuziehen (loc. cit.).

[1]) MUSKENS: Epilepsie, 1926, S. 165.

2. Der Bogengangsapparat und seine sekundären Verbindungen im Hirnstamm spielen (nach HOGYIES, SPITZER, auch CYON, EWALD, MAGNUS und DE KLEYN) schlieszlich beim normalen Zustandekommen der koordinierten Augenbewegungen die Hauptrolle: a. bei Augenbewegungen nach rechts und links (die sogenannte konjugierte horizontale Deviation der Augen). Weiter: b. bei der Augenrollung nach rechts und links und c. bei der nach oben und unten gerichteten Augenbewegung. Wir haben es hier mit sehr alten und fundamentalen Mechanismen zu tun, die tatsächlich für alle Wirbeltiere in gleicher Weise gelten, wenn man auch auf Grund der bald verschwindenden Erscheinungen, wenn eine Verbindung durch Krankheit vernichtet worden ist, und mit Rücksicht auf die geringen Abweichungen bei Taubstummen annehmen musz, dasz wenigstens bei den aufrecht gehenden Primaten die zentralen vestibulären Gebilde ein Höchstmasz funktioneller Unabhängigkeit vom peripheren Organ erlangt haben. Auch die Lokomotion überhaupt und die Erhaltung des Gleichgewichtes dabei stehen in viel engerer Verbindung mit dem vestibulären Organ als früher gedacht wurde. Hirnrinde und Pyramidenbahn haben kaum etwas, das Cerebellum nur indirekt damit zu schaffen. Damit in Übereinstimmung befindet sich die Tatsache, dasz Lokomotion in drei Ebenen, Gleichgewicht und Augenbewegungen mit einem Höchstmasz erfolgreicher Wirksamkeit organisiert wurden, bevor in der Tierreihe die genannten cerebralen und cerebellären Gebilde zustande kamen.

§ 5. *Vergleich der verschiedenen Zwangsbewegungen bei den Versuchstieren und beim Menschen.*

Je niedrigere Formen in der Tierreihe man untersucht, desto häufiger findet man Lokomotion, Gleichgewicht und Augenbewegung von einem normalen Funktionieren der Bogengänge abhängig. Das kann sicher nicht wundernehmen bei Tieren wie Fischen und Vögeln, welche sich in drei Ebenen eines flüssigen Milieus fortbewegen und dazu ein feines Gleichgewichtsgefühl brauchen, wofür sie drei Bogengänge und drei Otolithenmembranen (BREUER) besitzen. Wiesehr bei relativer Hypogenese des Bogengangsapparates der Verlust dieses feineren Gleichgewichtsgefühls wettgemacht werden kann, lehrt das Zustandekommen der Aviatik beim Menschen! Wie wichtig diese Bogengänge (bei den meisten Invertebrata finden sich nur Otolithen) für die niedren Wirbeltiere sind, erhellt aus der Tatsache, dasz Fische ebenso wie die Kopffüszler (Tintenfische) nach Exstirpation dieses Sinnesorgans auf einer Seite oder nach Durchschneidung seines Nerven (vestibularis) oder von dessen im Hirnstamm aufsteigenden Verbindungen vorerst nicht zu normaler Fortbewegung imstande sind.[1]) Ohne auf Einzelheiten einzugehen, kann man sagen, dasz man bei niedren Tieren, auch Warmblütern, das experimentell immer mehr — durch Verletzungen im Hirnstamm und durch Durchschneidung bestimmter

---

[1]) MUSKENS: Engelmanns Archiv f. (Anat. u.) Physiologie, 1904, S. 49.

aufsteigender Nervenbahnen der drei verschiedenen Typen — nach Belieben die verschiedenen Zwangsbewegungen hervorrufen kann. Das sind dieselben Zwangsbewegungen, die FLOURENS schon durch Verletzung jedes der drei Bogengänge bei den Tauben hervorrief: Zwangsbewegung in der sagittalen oder *vertikalen* Ebene: 1. Purzelbaumschlagen nach vorn und unten einerseits, 2. nach hinten und oben andrerseits. Augenzwangsstellung dabei: beide Augen nach unten im ersten und nach oben im zweiten Falle. Zwangsbewegungen in der *horizontalen* Ebene. 3. Manegebewegung nach rechts und 4. links. Augenzwangsstellung dabei: konjugierte Deviation horizontal nach rechts und links. In der *frontalen* Ebene: 5. Rollen nach rechts und 6. links. Augenzwangsstellung dabei: rechtes Auge nach unten, linkes Auge nach oben und umgekehrt. Hiermit sind alle Möglichkeiten von Zwangsbewegungen und Augenzwangsstellungen erschöpft. Ebenso wie z.B. bei einem Fische, der eine dieser Zwangsbewegungen als Folge einer zentralen Läsion ausführt, alle beweglichen Körperteile als Flossen, Schwanz, Augen usw. eine Haltung einnehmen, die mit der Zwangsbewegung in Übereinstimmung ist, ebenso hat man die pathologischen koordinierten Augenstellungen als eine Teilerscheinung einer der Zwangsstellungen zu denken, mit welchen sie ein organisches Ganzes bilden. Wir verfügen über experimentelle und auch klinische Erfahrungen, die darauf hinweisen, dasz die leitenden Nervenbahnen für die Augenbewegungen, für die Stellung des Nackens, für die Rumpfbewegungen nicht identisch sind, sondern in unmittelbarer Nähe voneinander verlaufen. Während in der Klinik relativ wenig von eigentlichen Zwangsbewegungen bemerkbar wird, spielen für die Lokalisation im Menschenhirn die zu den Zwangsbewegungen des Stammes gehörenden Augenstellungen eine um so wichtigere Rolle. Ihren Mechanismus zu verstehen, helfen uns zunächst zahlreiche Beobachtungen über Zwangsbewegungen bei Tieren. Diese Beobachtungen lehren uns, dasz man nach Hirnverletzungen bei einer bestimmten Tiergruppe bestimmte Zwangsbewegungen in den Vordergrund treten sieht. Die Art der besonders stark in Erscheinung tretenden Zwangsbewegungen hängt, wie schon oben bemerkt, eng zusammen mit der Ebene, in welcher das Gleichgewicht dieser Tierform am meisten gefährdet ist (S. 25, 83). Dasselbe besagt die Erklärung, dasz die Nervenbahnen für die Bewegung in jener Ebene am meisten entwickelt sind, in welcher das Gleichgewicht für das Tier eben am wichtigsten ist. So wird man bei den Vögeln mit ihrer seitlich breiten Stehfläche weniger Rollbewegungen im transversalen Sinne zu sehen bekommen als bei den Fischen. Vögel sind mehr disponiert zu Zwangsbewegungen in der sagittalen (vertikalen) Ebene, sie purzeln nach vorn und hinten. Was die Halsbewegungen betrifft, so sind Zwangsstellungen und Kopfnystagmus nach oben und unten häufig, wodurch schwere Störungen in der Nahrungsaufnahme hervorgerufen werden.[1])

[1]) Wie man, irregeführt durch diese Zwangsbewegungen in der sagittalen Ebene, zu irrigen Auslegungen bei physiologischen Forschungen kommen kann, zeigt KALISCHER,

Diese Art von Zwangsstellungen und -bewegungen sind bei Mammaliern viel schwerer hervorzurufen. Etwas leichter gelingt es noch bei Tieren wie dem Hund, dessen Gleichgewicht in der sagittalen Ebene durch seinen Körperbau mehr gefährdet ist als zum Beispiel das der Katze, und dem auszerdem ein stärkerer Aufsitzreflex eigen ist.

Dagegen sind die schwerfälligen, sich auf breiter Basis bewegenden Schildkröten wenig disponiert zu Zwangsbewegungen überhaupt, ebenso wie die Plattfische, und unter den Avertebraten die Spinnen und gewisse Käfer, wie Heuschrecken. Mit fortschreitender Entwicklung sehen wir die Nervenkerne, die die Lokomotion, das Gleichgewicht und die Augenbewegungen beherrschen, immer mehr von dem Vestibulum unabhängig werden, jedenfalls immer mehr dem Einflusz anderer Sinnesorgane und Hirnprovinzen unterworfen werden, wenn auch die Verbindung nie wieder ganz verloren geht. Auf alle Fälle sehen wir, indem wir an weit auseinanderliegenden Tiergruppen operieren, eine grosze Variabilität im Auftreten der Zwangsbewegungen und der Zwangsstellungen der Augen, und es braucht uns kaum in Verwunderung zu setzen, dasz es bei den höchsten Säugetieren nur selten zu eigentlichen Zwangs*bewegungen* kommt und ausschlieszlich Zwangs*stellungen* in den drei Ebenen, und zwar vor allem der Augen, die drei Formen der Zwangsbewegung repräsentieren. In Übereinstimmung mit dem Vorhergehenden steht, dasz die für den Menschen viel wichtigere Augenbewegung in der horizontalen Ebene sich zentral in besonderer Ausdehnung und Empfindlichkeit der betreffenden Bahnen und Kerne zeigt.

Ein anderer Umstand, der eine Rolle beim Auftreten der Zwangsbewegungen in den verschiedenen Tierklassen spielt, ist wohl das Verhalten der *Gesichtsfelder*. Während man bei denjenigen Tierformen, wie den Kaninchen, deren beide Augen ein gesondertes Gesichtsfeld haben, die heftigsten Rollbewegungen beobachten kann, treten diese nie so lebhaft bei den Tieren auf, bei welchen die Gesichtsfelder zum Teil zusammenfallen. Der Mensch steht auch hier wieder für sich, weil nirgends sonst die Gesichtsfelder sich sosehr decken. Übrigens ist die besondere Stellung des Menschen nicht sosehr dadurch bestimmt, dasz die Augenachsen in der Primärstellung ungefähr parallel stehen und durch die deshalb grosze Ausdehnung der binoculären Gesichtsfelder, als vielmehr dadurch, dasz der binoculäre Blick auf sehr nah gelegene Objekte eingestellt werden kann (TSCHERMAK). Wenn wir auch nicht imstande sind, jedem dieser Faktoren seinen Einflusz auf das Zustande-

---

wenn er in seiner im übrigen grundlegenden Arbeit über das Papageiengehirn im Kopf des Neostriatums ein Zentrum für die „Ernährung" findet, während es blosz die nach einer Läsion dieses Teils des Striatums (u.a. Ursprung des basalen Riechbündels GANSERs und BISCHOFFs; EDINGERs und WALLENBERGs Tr. fronto-bulbaris der Vögel) auftretenden sagittalen oder vertikalen Zwangsbewegungen sind, welche die Pickbewegung, die erste Phase des Ernährungsaktes, unmöglich machen. Für EDINGER wieder wurde diese Beobachtung der Ausgangspunkt seiner Lehre des Oralsinns.

kommen der Zwangsstellungen im einzelnen zuzuweisen, so haben wir hier doch genügend Hinweise, dasz wir beim menschlichen Augenbewegungsmechanismus, verglichen mit dem der anderen Vertebrate, besondere Verhältnisse werden kennen lernen.

Ein Wort noch über die ganz besondere Heftigkeit und Dauer, welche den — beim Menschen fehlenden — Rollbewegungen bei den üblichen Versuchstieren eigen ist, und welche denjenigen stets wieder mit Staunen erfüllen, der einen Fisch, einen Frosch, ein Kaninchen die überaus lebhaften Rollbewegungen vollführen sieht.

DONDERS' Gesetz sagt uns, dasz, während die Blicklinie (im Blickfeld) beim Menschen willkürlich ist, doch die mit der Sehrichtung verbundene Mittelstellung streng festgelegt ist.[1]) Bei rein lateralem Blick (HELMHOLTZ) bleibt der vertikale Meridian vertikal (ausschlieszliche Wirkung des rechten Externus und linken Internus und linken Externus und rechten Internus), was übereinstimmt mit HOGYIES' Augennystagmusrichtungen bei verschiedenen Stellungen des Kopfes im Raume. Das gleiche (Senkrechtbleiben des vertikalen Meridians) gilt bei rein vertikalen Augenbewegungen. Komplikationen rühren daher, dasz Akkomodation, Konvergenzbewegung und assoziierte Seiten- und Höhenbewegungen eigene Zentren und Kerne besitzen, die jedes für sich gereizt oder ausgeschaltet werden können. Bei den Vierfüszlern, bei welchen jede Drehung des Kopfes um die Halswirbelsäule mit entsprechenden kompensatorischen Augenrollungen einhergeht, ist die Sachlage eine ganz andere als beim aufrechtgehenden Menschen, bei welchem diese Rollungen in den Hintergrund treten. Beim Menschen sind diese rotatorischen Achsendrehungen zum Teil identisch mit den seitlichen Deviationen in der Horizontalebene geworden.[2])

Die Zentren dieser beim Tiere so äuszerst wichtigen Kompensation müssen wohl in den vestibulären Kernen selbst gelegen sein. So versteht es sich, dasz beim Menschen und Primaten die Fusionspotenz am kräftigsten entwickelt ist. Beim Tier soll durch die Drehung um die Halsachse ein stereoskopisches Bild und zwar *ein Bild* gebildet werden, so dasz beide Augen eine unwillkürliche Rollung zu diesem Zweck in entgegengesetzter Richtung machen müssen; das eine Auge geht dazu nach unten, das andere nach oben, während zugleich eine entgegengesetzte Achsendrehung der Augen zustande kommt. Ausschlieszlich für die Herstellung des Gesichtsfeldes können diese aufeinanderbezogenen Drehungen nicht bestimmt sein; auch der Erhaltung des normalen Bewusztseins der jeweiligen Augenstellung musz dieser Vorgang dienen. Diese für die Versuchstiere geltenden Verhältnisse bestehen nicht bei den Primaten und deshalb beobachtet man wohl nur bei den ersten die Rollbewegungen in ihrer bekannten heftigen Form.

---

1) A. GRAEFE: Handb. der Augenheilk., II, Aufl. 1898, S. 8, Abt. 1.
2) A. NAGELL: Graefes Arch. f. Ophthalmologie, XIV, 2, 1868.

§ 6. *Kurze Zusammenfassung der experimentellen Ergebnisse bei den Versuchstieren, welche für das Verständnis der horizontalen Blicklähmungen des Menschen erforderlich sind.*

Ebenso wie eine Verletzung eines bestimmten Bogenganges eine Bewegungsabweichung in der Ebene des Bogenganges hervorruft, findet man bei der Untersuchung der vestibulären Kerne eine weitgehende Arbeitsteilung derart, dasz (entsprechend der Existenz von drei senkrecht zueinander stehenden Bogengängen) für die Fortbewegung in den drei Ebenen je drei gesonderte vestibuläre Kerne vorhanden sind, welche jeweils mit der Lokomotion und den Augenbewegungen in jeder der drei Ebenen, und zwar jeweils in beiden Richtungen, in Verbindung stehen. Man musz deshalb auf beiden Seiten der Mittellinie die Existenz von je sechs entsprechenden Kerngruppen erwarten. Für die zwei Orts- und Augenbewegungen in der horizontalen Ebene, nach rechts und links, nehmen wir auf Grund ihrer aufsteigenden Verbindungen an: Nuc. triangularis (pars lateralis) und Nuc. Bechterew; für die zwei in der frontalen Ebene, Neigung nach rechts und nach links, Nuc. Deiters und Ramus descendens VIII; für die sagittale oder vertikale Ebene, nach oben und nach unten, schlieszen wir auf eine Bedeutung nicht nur des vestibulären Kerns, sondern auch des Nuc. tecti und der Olivenkerne, ev. Nuc. Raphes. Wenn auch die einwandfreie Darstellung dieser Arbeitsteilung noch nicht gelungen ist, so sprechen doch die anatomisch-physiologischen Erfahrungen an Katzen und Kaninchen für etwa solche Verhältnisse.

Diese Kerne besitzen eine gewisse Autonomie, d.h. sie sind das Zentrum eigener Reflexbögen, die physiologisch (Hogyies, Magnus und de Kleyn) und auch anatomisch (Intaktheit der Vorder- und Seitenstränge des Rückenmarks ist Vorbedingung für die richtige Funktion!) der Untersuchung zugänglich sind.

Aber namentlich die aufsteigenden Verbindungen dieser Kerne, mit einem supraponierten Kernsystem rund um die hintere Commissur, haben für uns eine grosze Bedeutung. Die Verbindung nun der primären Kerne mit diesen Commissurkernen ist vielleicht teilweise doppelt gerichtet d.h. aufsteigend und absteigend. Eine Kontinuitätstrennung der aufsteigenden Bahnen, sei es experimentell, sei es durch krankhafte Prozesse, näml. des HinterenLängsbündels, ergibt je nach der Lokalisation ebenfalls bestimmte Zwangsstellungen und zwar von Rumpf, Kopf, Extremitäten und Augen. Die in diesem Fall (Verletzung der sekundären Verbindungen) auftretenden Zwangsbewegungen sind weniger heftig als die nach Verletzung des N. vestibularis oder seiner Kerne. Die beiden gesonderten Commissurkerne (Nuc. commissurae post. und Nuc. interstitialis) für Rumpf- und Augenbewegungen stehen, jeder für sich, wieder durch auf- und absteigende Fasern in Verbindung mit dem Globus pallidus.

Die noch nicht identifizierten primären Kerne für die vertikale Lokomotion (nach vorn und hinten) haben keine Verbindung mit dem H.L.B., sondern stehen in ab- und aufsteigender Verbindung (wie es scheint)

mit den unteren Oliven, welche ihrerseits mit dem Neostriatum (Caudatum und Putamen) in Verbindung stehen, sowie mit dem Kleinhirn, woselbst deshalb Collateralen sämtlicher Systeme sich treffen. Eine, wenigstens teilweise Unterbrechung der aufsteigenden olivo-striären Bahnen in der Commissurgegend ist anzunehmen und zwar in den zentralen grauen Kernen. Kurz, man hat im Auge zu behalten, dasz als tertiäres supravestibuläres Zentrum für die horizontale und frontale Lokomotion der Globus pallidus, für die vertikalen Bewegungen das Neostriatum anzusprechen ist.

Eine reizende und lähmende Einwirkung auf alle diese Bahnen ist imstande, entsprechende Zwangsstellungen, meistens vorübergehender Art, einzeln und kombiniert hervorzurufen. Eine Eigentümlichkeit ist hierbei, dasz eine Durchtrennung beider, der auf- und absteigenden Bahnen, welche im selben Areal verlaufen, genau so wirkt wie eine Läsion, die ausschlieszlich die aufsteigende Bahn getroffen hat. Das bedeutet, dasz der Effekt der Verletzung der aufsteigenden supravestibulären Bahn den der Verletzung der absteigenden Bahn überwiegt. Nur für die Lokomotion und die Augenbewegungen der Tiere in der horizontalen und frontalen Ebene gilt die Regel, dasz, infolge der Kreuzung der aufsteigenden vestibulären Fasern in der Commissura posterior, die Richtung der Zwangsbewegung eine *entgegengesetzte* ist, je nachdem die Verletzung das H.L.B., oder die Commissurkernverbindungen mit dem Pallidum betrifft. Zusammenfassend können wir sagen, dasz das Tier im Corpus striatum ein übergeordnetes Lokomotions- und Augenbewegungszentrum besitzt. Für eine solche Funktion spricht auch, dasz hier Collateralen der drei Systeme einander treffen.

Diese sämtlichen Ergebnisse, am Tiere gewonnen und für das Tier geltend, sind das Resultat der angestrengten Arbeit vieler Vorgänger, wie FLOURENS, GOLTZ, MAGENDIE, VAN DEEN, DONDERS, HOGYIES, VAN GEHUCHTEN, BECHTEREW, EWALD, BREUER, CYON, THOMAS etc. Es ist klar, dasz die Aufgabe für denjenigen, der auf der Grundlage dieser Ergebnisse an der klinischen Lokalisationslehre fortarbeitet, den Charakter einer Kompilation trägt, die mit Geduld die zahlreichen, weitverstreuten Beobachtungen aus dem Gebiete der Anatomie, Physiologie, Otologie, Neurologie und Ophthalmologie in sich aufnimmt.

§ 7. *Die klinischen Anschauungen über das primordiale Lokomotions- und Augenbewegungssystem. Geschichte der Hirnstammlokalisationslehre.*

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dasz die Klinik nicht befähigt war, die Behauptung CHARCOTS, „dasz das natürliche Experiment, die Erkrankung von Bahnen, ohne weiteres imstande sei, uns die Innervationsverhältnisse zu offenbaren", genügend und befriedigend zu bestätigen. Weder die Analyse der Lokomotion in drei Ebenen noch die von einer gleichartigen Innervation abhängigen Augenbewegungen konnten

von den Klinikern richtig erfaszt werden, wenn auch ihre Beiträge, von denen ich nennen kann FOVILLEs Entdeckung der Blicklähmungen, NOTHNAGELs Feststellung des Nodus cursorius, PRÉVOSTs striäre konjugierte Deviation, WERNICKEs Beobachtungen, SPITZERs sowie BERTELSEs und RÖNNES Erfassung des hinteren Längsbündels, nicht selten wichtige Fortschritte bedeuteten.

Wie ungenügend die klinische Beobachtung ist, kommt nirgends besser ans Licht, als wenn man der Geschichte der Lokalisation von Krankheitsprozessen im Hirnstamm (Medulla, Pons, Mittelhirn und Kleinhirn) nachgeht. In der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts war das Studium der konjugierten Deviation von Kopf und Augen populär, ja um die 70er und 80er Jahre fast eine Modeangelegenheit geworden, und es erreichte wohl einen Gipfel mit den DUVAL-LABORDE'schen Publikationen. Kaum hatten die Anatomen die Schwächen dieser nur scheinbar physiologisch begründeten Lehre aufgewiesen, als das Interesse an dieser Frage einer gewissen Resignation über die noch ungenügend geförderte Anatomie und Physiologie wich. In gleicher Weise traten die von HITZIG und FERRIER angenommenen Augenbewegungszentra in dem Cortex in den Mittelpunkt des Interesses. Kaum war der Beweis geliefert, dasz auf alle Fälle diese Zentra, wenn sie schon in der Rinde vorhanden waren, viel schlechter lokalisierbar waren und bei elektrischer Reizung erst auf stärkere Ströme reagierten als die cortico-motorischen Zentren, als das erst beliebte Forschungsobjekt schon aus der Literatur verschwand. So lebte auch die einschlägige Forschung stark auf zur Zeit der ephemeren Existenz der sogenannten Rumpfzentra von MUNK und ROTHMANN, aber, da man nicht erfaszte, dasz die Innervation der Lokomotion des Rumpfes, des Kopfes und der Augen ganz anders orientiert war als die pyramidale, wandte sich das Interesse bald anderen Zeitfragen zu. Schlieszlich sahen wir am Ende des Jahrhunderts eine Periode, in welcher namentlich in der deutschen klinischen Literatur eine lobenswerte und für alle Zeiten fruchttragende Methode der klinisch-anatomischen Betrachtung herrschte. Krankhafte, umschriebene Prozesse im Hirnstamm und Kleinhirn wurden symptomatologisch wie pathologisch-anatomisch genau beschrieben, mit Abbildungen reichlich versehen. Als sich dabei herausstellte, dasz man keine Regel für die Fallneigung nach vorne und hinten, die Kopf- und Augenabweichungen, den Nystagmus und Schwindel aufstellen konnte, schüttete man das Kind mit dem Bade aus und verfiel häufig wieder in rein symptomatologische Besprechungen theoretischer Konstruktionen. Namentlich die Kleinhirnlokalisation hat mehrmals solche Rückschritte durchgemacht. Auf eine Vermutung LUCIANIs stützten sich längere Zeit alle Lokalisationsversuche bis es endlich klar wurde, dasz im Prinzip ein aseptischer Eingriff ins Kleinhirn sensu strictiori niemals Zwangsbewegungen hervorruft (S. 144). und dasz lediglich Komplikationen mit dem vestibulären System ihnen zugrunde liegen. Obwohl schon zu NOTHNAGELs Zeit bekannt war, dasz Prozesse im Vermis viel eher Gleichgewichtsstörungen hervorriefen als

lateral lokalisierte Prozesse, dauerte es lange bis man verstand, dasz das Kleinhirn erstens eine allgemeine Aufgabe hat in der Koordination der ihm aus Collateralen der drei vestibulären Systeme zuflieszenden Impulse und in der Tonusregulierung von Rumpf und Extremitäten, und dasz zweitens ein besonderer Kleinhirnkern, der Dachkern, einen richtigen vestibulären Kern darstellt, dessen Verletzung mit einer Zwangsbewegung nach hinten einhergeht. Auch in späterer Zeit haben weitere Lokalisationsschemata vergeblich das Feld zu behaupten versucht. Um zu zeigen, zu welchen verfehlten Lehrmeinungen auf rein klinischer Beobachtung begründete und nicht anatomisch kontrollierte Ansichten führen können, brauche ich nur an die jetzt wohl verlassene Lehre der cortical lokalisierten langsamen Phase des Nystagmus zu erinnern und an die wohl auch aufgegebene Lokalisation der Zwangsbewegungen in dem Cortex cerebri, sowie an die zahlreichen, niemals befriedigenden Kopf- und Rumpfhaltungstheorien bei verschiedener Lokalisation im Hirnstamm.

Kurz und gut: wollen wir unseren Weg im Labyrinth der Blickbewegungsstörungen suchen, dann werden wir gut daran tun, uns streng an die Anatomie und Physiologie zu halten und dabei im Auge zu behalten, dasz erfahrungsgemäsz die Fortbewegungsart der Tiere, die normale Körperform, die Stellung der Augen und die Lage der Gesichtsfelder einen groszen Einflusz auf die ev. nach Läsionen des primordialen Lokomotionssystems auftretenden Erscheinungen ausüben.

§ 8. Physiologische Grundlagen für die klinische Analyse der Blickstörungen.

An den Versuchstieren unterscheiden wir in Hinsicht auf die Augenzwangsstellungen:

1. Zwangsstellung in der sagittalen oder vertikalen Ebene (nach unten und oben), regelmäszig mit Fallneigung nach unten und hinten und ebenfalls mit Neigung nach vorn — Propulsion — und hinten — Retropulsion — zu gehen einhergehend.

2. Augenzwangsstellung in der horizontalen Ebene nach rechts und nach links (gleichbedeutend mit der früheren Benennung Blicklähmung nach links und nach rechts) bei Versuchstieren regelmäszig, bei Kranken anscheinend nur selten, mit deutlicher Manege- und Uhrzeigerbewegung einhergehend.

3. Augenzwangsstellung im frontalen Sinne, z.B. das rechte Auge nach unten, das linke nach oben und umgekehrt (HERTWIG-MAGENDIE'sche Schielstellung). Bei Versuchstieren (und auch beim aufrechtstehenden Menschen) mit Fallneigung nach rechts verbunden, beim Menschen selten mit Rollen nach der betreffenden Seite.

Erst nachdem man sich diese propädeutische Kenntnis der Zwangsbewegungen und der begleitenden Augenzwangsstellungen zu eigen gemacht hat, kann man mit Erfolg die in der Klinik vorkommenden Blickzwangsstellungen beurteilen. Dann wird aber auch jeder (auch un-

vollständige Fall) von Blickzwangsstellung, wenn er gut beobachtet und genau anatomisch untersucht wird, von erheblicher Bedeutung. Die Anatomie und die Physiologie hat das hohe Alter der primordialen Lokomotionstypen dargetan, d.h. die geringen Änderungen der entsprechenden anatomischen Gebilde bei erheblichen Unterschieden in den durch den Defekt der supravestibulären Nervenbahnen herbeigeführten Symptomen. Was uns jetzt weiter not tut, ist eine genaue Analyse und Differenzierung der vielen das H.L.B. zusammensetzenden Bahnareale. Jeder Herd, nicht am wenigsten die durch Thrombose im Bereich der Art. cerebelli posterior inferior herbeigeführten, hat seine Bedeutung für die Klarstellung der Funktion der verschiedenen Abschnitte des vestibulären Kerngebietes und ihrer im H.L.B. aufsteigenden und im H.L.B. und anderswo absteigenden Verbindungen.

Die zahlreichen seitens der Physiologen angestellten Versuche, Näheres über die Blickbahnen und -zentren zu erfahren, haben nur einen ephemeren Erfolg erreichen können. Es musz vor allem BERNHEIMER genannt werden, dem wir neben wiederholten und variierten Versuche, die Gliederung der III-Kerne durchzuführen, systematisch angelegte Untersuchungen über die Blickzentra verdanken. Folgerichtig leugnet er das von ADAMUK in den Vierhügeln vermutete Blickzentrum, denn nach Exstirpation der Vierhügel konnte er das Fortdauern des Effektes der Reizung des Gyrus angularis auf die Augenbewegungen feststellen; und sein Affe konnte, nach Abtragung beider Occipitallobi und beider Vierhügel (bis zum Aquaeduct) noch synergische Blickbewegungen vollführen. Nach Medianschnitt zwischen den groszen lateralen Kernen (wohl durch die Commissura posterior [1]) war dies unmöglich. Der letzte Befund, der einen deutlichen Hinweis auf die Bedeutung der hinteren Commissur für die Blickbewegung liefert, ist von Wichtigkeit im Hinblick auf ROSSIs später erfolgte Feststellung [2]), dasz die durch Kleinhirneingriffe herbeigeführte Asymmetrie der Tonusverhältnisse nach Querdurchtrennung des Hirnstammes fortdauert, solange der Schnitt nicht caudal von der hinteren Commissur angebracht wird; fällt der Schnitt caudal von der hinteren Commissur, so besteht diese Asymmetrie nicht mehr. Dasz diesen Versuchen nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt wurde, ist wohl dem Umstand zuzuschreiben, dasz man bisher die cerebelläre (d.h. die vestibuläre) Asymmetrie noch nicht mit den Augenbewegungen in engen Zusammenhang gebracht hatte. So ist es zu erklären, dasz z.B. in RADEMAKERs Schema die für diese Funktion wichtigsten Gebilde (Hintere Commissur und ihre Kerne) überhaupt nicht vermerkt sind! Solchen Fehlschlüssen ist wohl in erster Linie der nicht anatomisch orientierte Physiologe ausgesetzt. Die konjugierte Deviation der Augen meinte BERNHEIMER durch die Annahme, dasz das H.L.B. die Verbindung zwischen dem VI-Kern und dem gekreuzten Nuc. rectus internus innerhalb des III-Kerngebietes darstelle, erklären zu können.

Für beide Formen der Blicklähmung — oder besser gesagt der Blickzwangsstellung — für die der horizontalen und für die der vertikalen Ebene — behält der Satz Gültigkeit, dasz (was schon PARINAUD auffiel) die Konvergenzbewegung unabhängig von der Blickbewegung zustande kommt; sicherlich ist dafür ein eigenes, noch nicht differenziertes Zentrum

---

[1]) BERNHEIMER: Graefe-Saemisch, Handbuch f. Augenheilk. 1900, Bd.I, Kap. 4, S. 77 und Arch. f. Ophthalm., Bd. 57, H. 2, 1903; auch „Das Wurzelgebiet des Oculomotorius", Wiesbaden 1894.

[2]) ROSSI: Archivio de Fisiologia, 1912.

(wahrscheinlich in der zentralen grauen Substanz) mit eigenen zu- und abführenden Bahnen vorhanden. Während aber bei einer horizontalen Blickzwangsstellung nur ausnahmsweise auch eine Beteiligung der Konvergenz gefunden wird, ist das regelmäsziger der Fall bei vertikaler Zwangsstellung, denn es kann kaum einem Zweifel unterliegen, dasz beide zugrunde liegenden Mechanismen zwischen (Neo-) Striatum und Mittelhirnbasis wirken.

§ 9. Verschiedene Arten und Grade willkürlicher bezw. reflektorischer Blicklähmung d.h. Augenzwangsstellung (resp. Bewegungshemmung), entweder für willkürliche oder auch für reflektorische Blickbewegung. Aequatorialreflex.

1. Eine für beide Blickzwangsstellungen (horizontale und vertikale) gültige Differenzierung müssen wir besprechen, welche uns einerseits einen tieferen Einblick in das Wesen beider Phänomene erlaubt, und andererseits wohl berufen erscheint, später eine Rolle in der jetzt in statu nascendi befindlichen genaueren Diagnostik des Hirnstamms zu spielen. Es handelt sich hier um die von ROTH, TILING und BIELSCHOWSKY entdeckte relative Unabhängigkeit der reflektorischen von der willkürlichen Blickbewegung. Schon 1900 hatte MARIE ein verschiedenes Verhalten des willkürlichen und unwillkürlichen Blickes bemerkt. BIELSCHOWSKY wurde von der Häufigkeit der folgenden Erscheinung betroffen: einem Kranken mit Augenzwangsstellung ist es unmöglich, mittels willkürlicher Innervation das Augenpaar um mehr als einen kleinen Winkel von der bestehenden Augenzwangsstellung abweichen zu lassen. Unter dem Einflusz des Willens kann nicht einmal die Mittelstellung erreicht werden. Wenn nun der Untersucher den Kranken ein bestimmtes Objekt fixieren läszt, und dabei mit einem Ruck den Kopf nach der entgegengesetzten Seite hinwendet, dann sieht man die merkwürdige Erscheinung auftreten, dasz der Blick anscheinend am fixierten Objekt kleben bleibt. Die Augen erreichen dabei eine Stellung, die vorher — bei willkürlicher Innervation — nicht für möglich gehalten werden konnte. Dann kehren die Augen wieder in die frühere Zwangsstellung zurück. Läszt man dann den Kranken aufs neue versuchen, die Mittelstellung zu erreichen, dann stellt sich wiederum heraus, dasz das unmöglich ist. In der allerfeinsten Weise kann man den Unterschied zwischen dem reflektorischen und willkürlichen Blicken demonstrieren, indem man den Kranken bittet, ohne Leitung durch seinen Finger oder etwas anderes, so weit wie möglich den Blick nach der der Zwangsstellung entgegengesetzten Seite zu richten; man merkt sich die äuszerste auf diese Weise erreichte Stellung. Dann leitet man den Blick des Kranken durch seinen Finger in der gleichen Richtung wie vorher. Man bemerkt dann, dasz die Blickbewegung unter Fingerleitung (d.h. die reflektorische) einen viel gröszeren Ausschlag besitzt als der willkürliche Blick.

Über die Kompensations- und Fixations-Augenstellungsreflexe bei der vertikalen Blickzwangsstellung besitzen wir die mustergültige und lehr-

reiche Untersuchung P. SCHUSTERS.[1]) Einer der dieser Arbeit zugrunde liegenden Fälle ist deshalb so wichtig, weil das Gehirn der Patientin vom Kollegen SCHUSTER aufgehoben und sorgfältig für die mikroskopische Untersuchung präpariert worden ist. Weil dieser wunderbar reine Fall von vertikaler Blicklähmung nach unten einzig dasteht, habe ich den mir befreundeten Kollegen um die Erlaubnis gebeten, diese Präparate vervollständigen und studieren zu dürfen und sie zu meiner Freude empfangen. Tatsächlich stellte es sich heraus, dasz der Fall erstens eine peinliche Lücke in unserem pathologisch-anatomischen Material ausfüllt, und dasz zweitens dieser Fall verständlich wird und sich in vollständiger Übereinstimmung mit den anatomisch-physiologischen Ergebnissen über die griseo-neostriato-oculomotorischen Bahnen befindet, welche die vertikalen Zwangsbewegungen kontrollieren. Weil der Wert des Falles für dieses immer noch ungelöste Problem ein ganz besonderer ist, kann diese vornehme Geste des auf so vielen Gebieten der Neurologie hochverdienten Berliner Klinikers im reinen Interesse des Fortschritts als Muster auch edler internationaler Gesinnung nicht hoch genug gerühmt, und meine Verpflichtung ihm gegenüber nicht hoch genug eingeschätzt werden.

Aus dem gleichzeitigen Studium der klinischen Einzelheiten von nicht weniger als 4 Fällen mit vertikaler Blicklähmung hat SCHUSTER den Schlusz gezogen, dasz in anscheinend nicht ohne weiteres systematisch verständlicher Weise verschiedene reflektorische Bewegungen der beiden Augen in vertikaler Richtung in diesen Fällen noch vorhanden sind. Das „Puppenkopfphänomen" genannte Symptom (Fixation des Blickes durch die bei passiver Kopfbewegung entstehende antagonistische Augenbewegung) ist tatsächlich nur in dem in diesem Werke ausführlich (S. 244) mitgeteilten Fall deutlich vorhanden. M.E. beruht dieses „Puppenkopfphänomen" auf einem phylogenetisch äuszerst alten Reflex, der nicht direkt mit dem Fixierreflex zu tun hat, und der 1904 zuerst [2]) an niederen Tieren, Kopffüszlern, als Kompensationsreflex oder Äquatorialreflex (Vergl. S. 14) beschrieben worden ist.[3]) Gleichgültig ob das Tier passiv oder aktiv, den Kopf nach unten oder nach oben beugte, immer wurde innerhalb gewisser Grenzen die schlitzförmige Pupillenöffnung in derselben horizontalen Lage gehalten. Es handelt sich um das reflektorische Festhalten der Augäpfel in der für die Funktion günstigen Stellung. Nach Labyrinthabtragung ging der Reflex verloren. Bei diesen Tieren wenigstens ist dieser Kompensationsreflex reiner Labyrinthreflex. Später hat BARANY [4]) für Kaninchen den Beweis geliefert, dasz man bei fixiertem Kopf durch Wendung des Rumpfes seitwärts (z.B. nach rechts) Kopf und Augenbewegungen nach links beobachten kann; dies geschah auch wenn BARANY

---

[1]) P. SCHUSTER: Nervenheilk, Bd. 70, 1922, S. 102.

[2]) L. J. J. MUSKENS: Engelmanns Archiv f. (Anat. u.) Phys., 1904, S. 69.

[3]) BARTELS (Klin. Mon.bl. f. Augenheilk., Bd. 80, 1928, S. 151) beobachtete es an Frühgeburten.

[4]) R. BARANY: Zentralbl. f. Physiol., 1907, S. 300.

optische Reize ausschlosz; gleichartige Augenbewegungen beim Heben und Senken des Körpers fielen ihm nicht auf.

In der Folge hat CANTELLI (nach TEULIÈRES und BEAULIEU [1]) bei Postencephalitikern ein Phänomen bemerkt, welches er das Puppenkopfphänomen nannte und das seiner Ansicht nach als Dissoziation der vertikalen Bewegungen von Kopf und Augen beruht. In reiner Form ist das Phänomen aber erst von SCHUSTER genau untersucht worden, nachdem er regelmäszig alle seine Fälle von Blickzwangsstellung daraufhin geprüft hat. Am schönsten fand er diesen Kompensations- oder Äquatorialreflex bei seiner oben angeführten Kranken mit reiner Blickzwangsstellung nach oben, vergl. die Notizen S. 244, und stellten fest, dasz diese Kompensation in der vertikalen Ebene, auch wenn er optische Reize mit BARTELS' Methode (Schutzbrille) völlig ausschlosz, zustande kam. Die Patientin bot eine Ähnlichkeit mit dem von DE KLEYN und STENVERS [2]) beobachteten Fall, und diese Autoren bemerkten ebenfalls, dasz auch bei Ausschlusz der optischen Reize das Puppenkopfphänomen auftritt. Dieser Äquatorialreflex betrifft bei Mensch und Tier [3]) ausschlieszlich die vertikalen Augenbewegungen. Dasz dieser Äquatorial- oder Kompensationsreflex nicht dem von ROTH u.a. (siehe S. 176) entdeckten Fixierreflex entspricht, ist klar. Denn dieser Fixierreflex gilt nur für die Augenbewegungen in der horizontalen Ebene. Nun kann man sich mit der Erklärung „dies sind Halsreflexe" begnügen; mir scheint aber, man soll hier doch Unterschiede machen. Während im Falle der Kopffüszler für den Kompensationsreflex noch Anklänge an den Fixierreflex angenommen werden können, ist das für die Kaninchen und jene Beobachtungen an Menschen unmöglich. Viel eher hat man hier (im Falle des Kaninchens) an eine Umkehrbarkeit reflektorischer Vorgänge (wie wir ihnen auch beim Studium des Phänomens „Pars pro toto" begegneten) zu denken, an eine Umkehrbarkeit des kompensatorischen oder Folge-Fixierreflexes Nr. 2, S. 179). Es liesz sich denken, dasz dieser Reflex — Festhalten einer Blickstellung bei Lageveränderung des Nackens und des Rumpfes — eine so feste Einheit bildet, dasz auch bei Lageveränderung des Rumpfes Kopf und Augen die Gegenbewegung vollführen, vergleichbar den Kopfbewegungen der Ringelnatter S. 54, die wohl auch dem erblindeten Tiere nicht fehlen. In ihrem Artikel bedauern DE KLEYN und STENVERS, dasz weder in ihrem Fall, den sie auf eine Linie mit der SCHUSTER'schen Beobachtung stellen, noch in demjenigen SCHUSTERs die anatomischen Vorbedingungen für das Auftreten dieses Kompensationsreflexes studiert werden konnten; sie übersehen dabei aber den markanten Unterschied, der darin besteht, dasz im Falle SCHUSTERs eine Blickzwangsstellung nach *oben* bestand, bei

---

[1]) TEULIÈRES und BEAULIEU: Rev. oto-neuro-ophth. 1931, Cantelli, Riforma medica, 1921, S. 844.

[2]) DE KLEYN und STENVERS: Ned. Tijdschr. v. Geneesk., 1932, I, S. 486.

[3]) Besonders leicht auch an Wirbeltieren mit schlitzförmigen Pupillen zu beobachten, z.B. Schlangen und andren Reptilien.

normalen horizontalen Augenbewegungen; dagegen im Falle DE KLEYNS und STENVERS' doppelseitige *horizontale* Blickzwangsstellung und normale (!) vertikale Augenbewegungen. In der hier erfolgten Beschreibung der autoptischen Befunde des SCHUSTER'schen Falles werden wir sehen, dasz auf beiden Seiten durch ein symmetrischen Herd der zentralen grauen Substanz und des Thalamus die Verbindung zwischen dem Neostriatum und den (mutzmaszlichen) supra-nucleären Zentren (den grauen Kernen) für Augen- und Kopfbewegungen nach unten (und teilweise nach oben) unterbrochen war. Dazu sind beide lateralen grauen Kerne (denen wahrscheinlich die Loko- und Oculomotion nach unten obliegt) gutteils, die beiden medialen grauen Kerne (für die Aufwärtsbewegungen) ganz in Herde aufgegangen. Auf alle Fälle musz man annehmen, dasz die caudalen Abschnitte dieser letzten Kerne noch funktionsfähig waren, sonst wäre das „Puppenkopfphänomen" unmöglich. Andre Reflexe (u.a. vertikaler Nystagmus) waren anscheinend verloren gegangen (S. 247).

Kann man erklären, warum bei verschiedenen Lebewesen so markante Unterschiede in dem Auftreten dieser Reflexe obwalten? Mehrmals in diesem Werke wurde darauf hingewiesen, dasz es von der Körperform und sonstigen Konditionen (u.a. von der habituellen Lokomotionsform) abhängt, welche Form von Zwangsbewegungen für bestimmte Tierformen die häufigsten sind. Es ist klar, dasz die vertikalen Reflexe und Zwangsstände eher auftreten bei den in einem flüssigen Milieu lebenden Kopffüszlern, während bei den auf dem Land lebenden Kaninchen die horizontalen Reflexe die wichtigeren Sind.

2. Es ist jedem Tiergartenbesucher bekannt, dasz u.a. die Reptilien als echte Reflextiere auf ihre beliebtesten Beutetiere erst durch deren Bewegung aufmerksam werden und ihnen mit dem Blicke folgen. Anderseits rettet bekanntlich der Totstellreflex in Gefahr vielen Feldtieren das Leben vor den spähenden Augen der Raubvögel. Diesen für das Leben der Raubtiere so wichtigen Reflex könnte man einen reinen *Fixations*(Folge-*)reflex* nennen. Es ist dies der richtige Fixierreflex, der nach ROTH u.a. bei Thalamusherden des Menschen oft bewahrt bleibt (S. 176).

3. Eine dritte Reflextendenz (tonische Labyrinthreflex) kennen wir in der von HOGYIES geahnten und von DE KLEYN und V. D. HOEVEN in MAGNUS' Laboratorium [1]) genau nachgewiesenen Abhängigkeit der Augenstellungen von der Stellung des Kopfes im Raum. Beim fest im Gipsbett fixierten und in der vertikalen und frontalen Fläche um bestimmte Grade rotierten Kaninchen kann man eine bestimmte Augenstellung richtig voraussagen.[2]) Das gilt *nicht* für die Bewegungen in

---

[1]) V. D. HOEVEN und DE KLEYN: Pflügers Archiv, Bd. 169, 1917, S. 241.

[2]) Obwohl diese binoculären Augenfixiereinstellungen beim Menschen in wunderbarer Weise auch bei anormalen Kopfhaltungen bis zu einem gewissen Grade gesichert sind, kann man an sich selbst die Beobachtung machen, dasz in extremen Kopfhaltungen die Fixierung unerwünschte Muskelspannungen verursacht. Wenn man, auf einer Seite

der horizontalen Fläche. Offenbar geht selbst dem Kaninchen für die horizontalen, meist benutzten Augenbewegungen die willkürliche" Innervation doch nicht gänzlich ab.

Auf eine vierte Bewegungstendenz haben wir die Aufmerksamkeit gerichtet, als wir die Zugehörigkeit des Auges zu den beweglichen Körperappendices beschrieben, welche bei einer Zwangsbewegung die Neigung haben, im Sinne jener Zwangsbewegung die zugehörige Stellung anzunehmen. Es wurde auch von mir betont, dasz diese primären Zwangsbewegungen und Zwangsstellungen ihre derart feste zentralnervöse Verankerung haben, dasz, wenn man den Rumpf passiv in eine gewisse Haltung bringt, automatisch Hals, Extremitäten und Augen die zugehörige Stellung einnehmen müssen („Pars pro toto").

Im MAGNUS'schen System ist kein Platz für die Erkennung dieses Phänomens, das ich Pars pro toto nenne; denn der Forscher bemerkt nicht — weil er wohl nicht die dazu erforderlichen Experimente: Durchschneidung eines H.L.B. usw. vornahm — die sechs vorgebildeten primordialen Stellungstendenzen. Er erklärt die Beobachtung, dasz bei gewissen Haltungen die Körperanhänge entsprechende Stellungen annehmen, mit der Verweisung auf die tonischen vom Hals abhängigen Reflexen. DE KLEYN hat versucht, die Reflexnatur dieser Erscheinungen zu beweisen.[1]) Er stiesz jedoch auf gewisse Schwierigkeiten, u.a. starke Blutung, wenn er die dritte Cervicalwurzel zu durchschneiden anfing. Anscheinend fühlt der Autor die Schwäche seines Standpunktes, wenn er vorsichtig schlieszt (S. 649), dasz der Weg für die tonischen Reflexe des Halses auf die Augen höchstwahrscheinlich durch die erste und zweite Cervicalwurzel gehe. Man kann besser mit SCHUSTER schlieszen, dasz es sich zum Teil um labyrinthäre, zum Teil um Halsreflexe handelt. Mit der Widerlegung jener oben formulierten Annahme auf Grund meiner, sowie HOGYIES' und BARANYs Versuche fällt auch die in anderer Hinsicht schwach motivierte MAGNUS'sche Ansicht über die Natur der Zwangsbewegungen.

Es kann kaum einem Zweifel unterliegen, dasz die mehrfachen, von den Commissurkernen abhängigen Augenbewegungstendenzen, welche schon unter normalen Verhältnissen kaum mit dem SHERRINGTON'schen „Final common path" in Übereinstimmung zu bringen sind, vielfach gestört sein müssen, wenn ein Herd die Bahnverbindungen zwischen dem Striatum und den commissuralen und grauen Kernen mehr oder weniger aufhebt. Von diesem Gesichtspunkt aus müssen die abweichenden Befunde von STEYNERT, BIELSCHOWSKY, SPILLER und FREUND betrachtet werden. Es ist nach dieser unserer Ansicht ausschlieszlich von dem Umfang der Läsion der striato-commissuralen Verbindungen abhängig, ob, wie es oft der Fall ist, mit den Augenbewegungen nach oben und unten, mit denen nach rechts und links, auch zugleich die Konvergenz (PARINAUD, SAUVINEAU) beeinträchtigt ist, ob das Puppenkopfphänomen ganz oder zum Teil produziert wird usw.

---

im Bett liegend, zu lesen versucht, wird man eine gewisse angenehme Entspannung der Augenmuskeln bemerken, wenn man anstatt binoculär zu lesen ein Auge schlieszt und nunmehr monoculär weiter liest.

[1]) DE KLEYN: Archives Neerlandaises de Physiologie, T. II, 1918, S. 698.

Wir können uns deshalb den Ausführungen SCHUSTERs wohl anschlieszen, wenn er die trotz der Willkürlähmung noch erhaltenen Bewegungen nicht alle auf die gleiche physiologische Stufe stellt. Wenn auf der niedrigsten physiologischen Stufe 1. die beim festen Lidschlusz eintretende Aufwärtsbewegung der Bulbi in *allen* Fällen trotz Lähmung der Blickhebung noch vorhanden ist, und 2. der vestibuläre Nystagmus in *vielen* untersuchten Fällen erhalten ist (worauf zurückzukommen ist); dann ist sicher 3. der optische Nystagmus, der sich in zwei Fällen (S. 248 und S. 257) nachweisen liesz, schon komplizierter und, wie von WINKLER mit Recht betont wird [1]), auch von der vestibulären Funktion und vom Striatum abhängig. Ebenfalls 4. die an die normale Funktion beider Vestibularorgane, der vestibulären Kerne, supravestibulären Gebilde und der Halsreflexe gebundene Neigung der Augen, die Mittelstellung zu behaupten, welche nichts anderes ist als ein Gleichgewichts„kompromisz" zwischen den sechs anderorts (S. 112) besprochenen Augenzwangsstellungen; 5. die Kompensationstendenz oder Kopf- und Augen-Klebereflex; 6. der Äquatorialreflex und 7. der Blickfixierungsreflex; 8. die Pars-pro-toto-Tendenz; schlieszlich 9. die sogenannte willkürliche Augenbewegung. Diese ist — so glauben wir nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen schlieszen zu können — (vergl. S. 83) — u.a. davon abhängig, ob das Striatum erhalten ist. Hier werden wir wiederum Unterschiede zwischen den horizontalen und vertikalen Blickbewegungen kennen lernen.

Wie man sieht, möchte ich in dieser ganzen Frage eine mögliche Rolle des Cortex cerebri und diesen Verhältnissen dahingestellt sein lassen. Ausgangspunkt unserer Untersuchung waren, und müssen hierbei sein, die anatomisch-physiologisch und pathologisch-anatomisch gesicherten Beobachtungen. Deshalb bleibt jede Spekulation mit dem Cortex cerebri als einem bis jetzt nicht einwandsfrei bewiesenen Augenbewegungsorgan auszer Betracht.

So einfach wie THÜREL [2]) in seinem interessanten Kapitel über die Blickstörungen der Kranken mit Pseudobulbär-Paralyse sich die Sachlage denkt, ist sie sicherlich nicht. Nachdem er ausgeführt hat, wie s.A.n. experimentelle Untersuchungen im Vorderhirn oculomotorische Zentra aufgedeckt haben und nachdem er gesagt hat, dasz bis jetzt noch gewisse Autoren mit nicht motivierter Obstination „hypothetischen" Läsionen im Mittelhirn Wert beimessen, erklärt er, dasz nichts gegen die Ansicht anzuführen sei („rien ne s'oppose"), dasz die oft gefundene bilaterale Degeneration des Hirnschenkelfuszes das PARINAUD'sche Symptom herbeiführe. Unter PARINAUDs Syndrom versteht man bekanntlich die „Lähmung" des willkürlichen Blickes nach oben oder unten mit Lähmung der Konvergenz. THÜREL gegenüber möchten wir darauf hinweisen, dasz 1. zahlreiche andre Faserverbindungen, die nicht zum Hirnschenkelfusz gehören, in solchen Fällen entartet sind (vergl. S. 254) und 2. dasz der Beweis der Existenz oculomotorischer Rindenzentren keineswegs definitiv geliefert ist.

Nicht am wenigsten verdanken wir der Schule GUILLAINs Auseinandersetzungen

---

[1]) A. WINKLER: Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. 26, 1911.

[2]) THÜREL: Kapitel über Astasie, Abasie und kleine Schritte machen. Les Pseudobulbaires, 1918, Thèse de Paris.

über die Astasie-Abasie und das Symptom „kleine Schritte machen", welche für meine Deutung der engen Verbindung zwischen der vertikalen Blickzwangsstellung nach unten und der Propulsion, und zwar als supra-vestibulärer Erscheinungen, sprechen. Man braucht nur die Symptomatologie der stattlichen Reihe von Pseudobulbären, in THÜRELS Buch analysiert, mit einander zu vergleichen, um sich zu überzeugen, dasz mit einer gewissen Regelmäszigkeit die vertikalen Augenzwangsstellungen mit Pulsionen und Fallneigungen, ebenfalls in der vertikalen Ebene, einhergehen (u.a. Fall 1), und dasz dabei der nach vorn gebeugte Rumpf und „kleine Schritte machen" [1]) ebenfalls zum vollständigen Syndrom gehören (Fall 23). Ich zaudere denn auch nicht, sämtliche Symptome (Kopf- und Augenzwangsstellung nach vorne, vornübergebeugte Haltung, kleine Schritte machen mit Fallneigung nach vorne oder Propulsion) sämtlich als supra-vestibuläre und zwar zusammengehörige Symptome zu deuten. Hier ist es nicht ohne Interesse, zu erwähnen, dasz mehrere scharfsehende Kliniker, obwohl ihnen die Vergleichbarkeit mit den Augenzwangsstellungen der Versuchstiere entging, doch Zweifel über die paralytische Natur der Blicklähmungen äuszerten. G. BALLET, FÖRSTER, ALAJOUANINE nahmen wenigstens im Falle der Blicklähmung bei Parkinsonisten Hypertonie der Augenmuskeln an, und LAIGNEL LAVASTINE kam zu ähnlichen Ansichten auf Grund seiner Beobachtungen an Schlafenden. Aus gleichen Erwägungen heraus ist THÜREL geneigt, der Hypertonie auch im Falle der Astasie-Abasie der Pseudobulbären eine grosze Bedeutung zuzuschreiben, während SÉGLAS, SOLLIER, FROMENT und BLOCQ eher an intellektuelle Defekte zu deren Erklärung denken. In dem Abschnitt über die Oliven und die zentralen Haubenbahnen wird die in vielen Fällen juxta-oliväre Natur des Syndroms besprochen werden.[2])

KAPITEL 17.

VESTIBULÄRER NYSTAGMUS DURCH PARTIELLE SCHÄDIGUNG DER BAHNEN FÜR DEN HORIZONTALEN UND VERTIKALEN BLICK.

§ 1. *Experimentelles und Geschichtliches.*

In Übereinstimmung mit unserer im Tierexperiment gewonnenen Erfahrung: der vestibuläre oder asymmetrische Nystagmus tritt auf *beim Abklingen* einer durch Läsion supravestibulärer Bahnen verursachten Zwangsbewegung und Augenzwangsstellung, wollen wir an dieser Stelle diesem Thema ein Kapitel widmen. Das Phänomen gewinnt zweifellos an klinischer Bedeutung, wenn man über jene Beobachtung konsequent nachdenkt, der vestibuläre Nystagmus sei nur der erste Schritt zur Entwicklung einer Blicklähmung oder besser einer Blickzwangsstellung.[3]) Zunächst will ich daran erinnern, dasz ich den vestibulären Nystagmus nicht gelegent-

---

[1]) MONKEMÖLLER und KAPLAN: Neurologisches Zentrallblatt, 1900, S. 799 und MALAISÉ, 1910, haben wohl zuerst auf dieses Symptom bei spastischer Paraparese hingewiesen.

[2]) MUSKENS: Arch. f. Psych. Bd. 102, 1934, H. 5.

[3]) Bereits SAUVINEAU bemerkte (Rev. Neur., 1909, S. 118), der Nystagmus „n'est que l'expression d'une paralysie associée".

lich, sondern regelmäszig beim Abklingen der verschiedenen Zwangsbewegungen (in drei Ebenen) nach allerhand experimentellen Läsionen des Hirnstammes bei der Katze beobachtet habe. Liesz man das Versuchstier ruhig in der mit der früher deutlichen Zwangsstellung übereinstimmenden Stellung oder versetzte man es passiv in die Stellung der abklingenden Zwangsbewegung, so war der Nystagmus langsam und ruhig. Gab man dem Tiere passiv eine damit kontrastierende Stellung, so wurde der Nystagmus sogleich schneller, der Ausschlag kleiner, heftiger. Auch die Stellung des Tieres im Raume hat wohl auf diesen ursprünglich vestibulären Nystagmus einen gewissen Einflusz. Den heftigsten und am längsten dauernden Nystagmus habe ich bei partiellen Schädigungen der *vestibulären Kerne* beobachtet. Wenn der rotarische Nystagmus in gewissen Fällen bald abgeklungen war, wurde eine zurückbleibende horizontale Komponente deutlicher. Der *langsame* Ruck erfolgt immer in der *Richtung der zugehörigen Zwangsstellungen,* ob es sich um eine Verletzung des hinteren Längsbündels (SPIEGEL [1]) oder um eine solche des Groszhirns (d.h. des Pallidums) handelt.

Nach Läsionen des rechten Nervus vestibularis selbst oder der rechten Vestibularkerngegend überwiegt der rotatorische Nystagmus (langsam nach rechts), während der zugleich vorhandene horizontale Nystagmus ebenfalls nach rechts geht. Dabei sind die Augen dauernd mehr oder weniger um die Achse nach rechts gedreht.[2])

Wenn aber eine *nicht destruierende* Läsion das rechte H.L.B. in seiner Totalität getroffen hat, so kommt ein horizontaler Nystagmus langsam nach links (←) zustande, während gleichzeitig ein rotatorischer Nystagmus auftritt mit langsamer Komponente nach rechts (↘). Das ist in Übereinstimmung mit den Zwangsbewegungen, die nach Zerstörung des H.L.B. bei den Versuchstieren auftreten; die jetzt entgegengesetzte Richtung des horizontalen Nystagmus ist denn auch die notwendige Folge der Kreuzung des Tr. vestibulo-mesencephalicus, gleich nach seinem Entstehen aus dem vestibulären Kern. Wenn aber eine solche Läsion die Gebilde oral von der Commissura posterior betrifft (wo beide aufsteigende Hauptbündel des H.L.B. in der hinteren Commissur gekreuzt sind), finden wir dieselbe Kombination wie im vorigen Falle, nur mit Richtungswechsel.

Wenn die deutlichen Zwangsbewegungen und der später auftretende vestibuläre Nystagmus nach einer *Hirnstammläsion,* caudal von der Commissura posterior, verschwunden (kompensiert worden) sind, habe ich öfters beobachtet, dasz die ursprüngliche Zwangsstellung der Augen wieder zum Vorschein kommt, zuweilen nach einem Nystagmusübergangsstadium, wenn man das Tier aufs neue in tiefe Narkose bringt. Auch sieht man, wenn man später Enthirnung vornimmt, beim nunmehr enthirnten Tier die ursprüngliche Zwangsstellung (in gewissen Fällen in entgegen-

---

[1]) SPIEGEL: Arch. of Ophthalmology, V. 9, 1933, S. 942.

[2]) L. J. J. MUSKENS: Amsterdamsche Akademie, 1902, Deel VIII, Nr. 5 und Jnl. of Physiol., 1904, S. 217 und Abb. 13, S. 119 dieses Werkes.

gesetzter Richtung) ebenfalls wieder auftreten.[1]) Aus diesem ebenfalls von SPITZER[2]) und PRINCE[3]) beobachteten Verhalten musz gefolgert werden, dasz das Verschwinden dieser Phänomene dem kontrollierenden hemmenden Einflusz der oralen Teile des Hirnstamms (Commissurkerne, Striatum) zuzuschreiben ist. Wenn man an solchen Tieren epileptische Anfälle hervorruft, kann man ebenfalls die früheren Erscheinungen wieder auslösen, und zwar im postepileptischen automatischen Stadium der Anfälle.

Die Richtung (der langsamen Komponente) des *rotatorischen* Nystagmus, der nach Abtragung einer Groszhirnhemisphäre beobachtet wird, ist ebenso wie die Rollbewegung gleich nach dem Eingriff — und in Übereinstimmung mit dem obigen und Kap. 24, S. 441) — nach der gesunden Seite gerichtet. Wenn daher BAUER und LEIDLER (1911) feststellen, dasz der nach Wegnahme der rechten Hemisphäre beim Kaninchen auftretende Drehnystagmus beim Drehen nach rechts stärker ist als beim Drehen um die Längenachse nach links; wenn später DE KLEYN[4]) bei Groszhirntumoren keinen Unterschied in der „Reizbarkeit des rechten und der des linken Labyrinthes" feststellt, so stimmt es nur mit dem oben Gesagten überein, wenn diese Autoren darauf hinweisen, dasz eine stärkere Nystagmusbereitschaft nach der einen (kranken) Seite als nach der anderen (gesunden) Seite besteht.

Vielfach ist die Beobachtung gemacht worden, dasz der vestibuläre Nystagmus auch nach tiefgehenden Eingriffen bestehen bleibt. Dagegen haben andere Untersucher beobachtet, dasz die schnelle Komponente verschwindet, wenn man eine Hemisphäre in Etappen allmählich abträgt, und dasz nur die Deviation (im Sinne der langsamen Komponente) bleibt (IVY[5])). Die Schluszfolgerung dieses Autors, der Cortex übe hier seinen hemmenden Einflusz auf den vestibulären Nystagmus aus, ist nach meinen Versuchen nicht berechtigt. Eher ist anzunehmen, dasz bei zunehmender Beeinträchtigung der Funktion des Striatums (des Pallidums) die echte Zwangsbewegung manifest wird und deren schwächere Erscheinungsform, der vestibuläre Nystagmus, verschwindet.

Man hat, ebenfalls zu Unrecht, das Verschwinden des vestibulären Nystagmus in der Narkose, d.h. bei zunehmender Ausschaltung von Cortex und Striatum, dem corticalen Ursprung der schnellen Phase zuschreiben wollen. Abgesehen davon, dasz es ganz willkürlich erscheint, hierfür ausschlieszlich den Cortex verantwortlich zu machen, habe experimentelle (DUSSER DE BARENNE und DE KLEYN[6])) und klinische Beobachtungen das Unbegründete dieser Annahme wohl nachgewiesen.

---

[1]) MUSKENS: Jnl. of Physiol., 1904, S. 216.
[2]) SPITZER: Arbeiten a. d. Neurol. Institut Wien, Bd. 25, 1921, S. 429.
[3]) PRINCE: American Jnl. of Physiol., Bd. 42, 1916, S. 308.
[4]) DE KLEYN: Ned. Tijdschr. v. Geneesk., 1927, I, S. 2409.
[5]) IVY: Jnl. Comp. Neurol., 1919, S. 1, Vol. 31.
[6]) DUSSER DE BARENNE und DE KLEYN: Monatsschr. d. Ohrenheilk., 1925, S. 140.

BARTELS [1]) weist u.a. darauf hin, dasz beim menschlichen Embryo von 5 Monaten die schnelle Phase noch nicht beobachtet wird. Nicht nur sind, wie B. sagt, die betreffenden sekundären vestibulären Bahnen noch nicht genügend entwickelt, sondern auch die sonstigen, posturale Muskelspannungen herbeiführenden Mechanismen können ihren Einflusz noch nicht geltend machen. OHMs [2]) Ausführungen verdanken wir den Nachweis, dasz wir neben einem vestibulären auch einen optischen „Tonus" unterscheiden müssen, welcher sich u.a. dadurch kennzeichnet, dasz einseitige Verdunklung das gleichseitige Auge hebt, das andre nach unten drückt [3]) und latenten Nystagmus hervorrufen kann. Nach B. beruhen diese Reaktionen darauf, dasz das feine optische Muskelgleichgewicht dabei verloren geht. Auch der Bergleute-Nystagmus, der wohl auf ungenügender Anpassung der koordinierten Augenbewegung an die Arbeit unter verschiedenen Gesichtswinkeln und unter verschiedenen Kopfstellungen im Raume beruht [4]), wird sicher noch durch ungenügende Beleuchtung (BLOHMKE [5])) beträchtlich verstärkt. Ebenso zeigt der optische Drehnystagmus viel Übereinstimmung mit dem vestibulären, worauf auch BARANYs Beobachtung hinweist, dasz sowohl der vestibuläre als auch der optische Nystagmus bei konjugierter Deviation hinfällig wird. GRADENIGOs Erklärung geht dahin, dasz beide denselben Zweck haben, nämlich das Fixieren zu ermöglichen.

Trotz der optischen Einflüsse auf das Auftreten von vestibulärem Nystagmus ist doch an der vorherrschenden Rolle des Vestibulums, der primären, sekundären und tertiären vestibulären Kerne festzuhalten, wenn auch nach Vernichtung des Labyrinths noch Nystagmus ausgelöst werden kann (experimentell: MARX, ROSENFELD [6]); durch Krankheitsprozesse beim Menschen: BARTELS, BARANY).

Zweifellos ist die Frage des vestibulären Nystagmus eng verbunden mit dem Problem der Zwangsbewegungen.[7]) Dasz wir noch weit von einer endgültigen Lösung der hier bestehenden Fragen entfernt sind, liegt zum Teil daran, dasz diejenigen, die sich dem physiologischen Studium des Nystagmus gewidmet haben, nicht immer genügend beachteten, dasz in solchen Fragen erst die genaue anatomische Untersuchung jedem Experiment seinen Wert gibt. Deshalb behalten wohl auch die Arbeiten

---

1) BARTELS: Arch. f. Ophthalm., Bd. 74, 1910.

2) OHM: Arch. f. Ophthalm., Bd. 107, 1922, S. 305.

3) Es wäre zu untersuchen, ob dies eine HERTWIG-MAGENDIE'sche Schielstellung darstellt, und ob (Pars pro toto) auch andere Symptome (zur Seite fallen) dabei auftreten.

4) Für diese Auffassung spricht auch die Erfahrung (PETERS, DRAUSSART, COPPEZ), dasz in 75 % der Fälle rotatorischer Nystagmus vorherrschen soll.

5) BLOHMKE: Zeitschr. f. Ohrenheilk., Bd. 24, 1929, S. 213.

6) ROSENFELD: Monatsschr. f. Psych., Bd. 71, S. 258.

7) Auch LORENTE DE NÔ (Arch. of Neur. a. Psych., 1933, II, S. 283) erklärt: medulläre Läsionen ergeben entweder posturale Effekte (= Zwangsstellung) oder einen Nystagmus, dessen langsame Phase mit der Richtung der Zwangsbewegung stimmt.

PROBSTS, BAUERS und LEIDLERS, GROEBBELS', ECONOMOS und KARPLUS', MORGANS, BESTAS für alle Zeiten einen gewissen dokumentarischen Wert. Ein anderer Umstand, der den Fortschritt hier auszerordentlich hemmte, ist darin zu sehen, dasz man sich von vornherein nicht über eine genaue Definition der Hauptreaktionen und ebenfalls nicht über deren Richtung einigen konnten. Wir haben an andrer Stelle (S. 448) gezeigt, dasz man die drei Typen von vestibulärem Nystagmus, die damit verwandt sind, unbedingt scharf scheiden musz. Wenn anscheinend unter den Autoren noch immer keine Einigkeit über die Richtung des Rollens nach Labyrinthwegnahme (vergl. FISCHER und MÜLLER [1]) herrscht, dann kommt das daher, weil man zwar die gleiche Rollbewegung beobachtet, die Richtung aber als entgegengesetzt beschreibt (vergl. S. 51). In anderen Abhandlungen wird kein scharfer Unterschied gemacht zwischen der Bezeichnung „Kopfwendung", welche einer rein lateralen Bewegung in der horizontalen Ebene im Sinne einer Manegebewegung (←→) entspricht, und dem Begriff der „Neigung" oder „Drehung", welche einer rotierenden Bewegung um die Körperachse im Sinne der Rollbewegung entspricht (↙ ↘). Auch sieht man immer wieder, wie in Publikationen der Nystagmus, nach dem Vorbild der Ohrenärzte, nach der schnellen Komponente benannt wird. Selbst in den eindringlichen und interessanten Darlegungen ROTHFELDS [2]) ist diese irreführende Nomenklatur beibehalten worden. Die Versuche dieses Autors, den Einflusz gewisser Hirnstammläsionen auf die verschiedenen Reaktionen von Körper, Kopf und Augen auf der Drehscheibe zu bestimmen, hätten sicher ein fruchtbareres Ergebnis gehabt, wenn sie von dem bereits in anatomisch-physiologischer Untersuchung sicher Festgestellten ausgegangen wären. War doch bereits 1914 die supra-vestibuläre Rolle des Pallidums gerade für die Reaktionen in der *horizontalen* Ebene, d.h. für Manegebewegung und horizontalen Nystagmus, und in der *frontalen* Ebene, d.h. für Rollbewegung und rotatorischen Nystagmus, klargelegt worden. Dann wäre man auch kaum dazu gekommen, Manege- und Rollbewegungen zu identifizieren. In einem wichtigen Punkte kommt ROTHFELD zu den gleichen Ergebnissen: beim vestibulären Nystagmus ist die langsame Komponente die maszgebende. Die Konsequenz sei denn auch: a potiori fit denominatio. Auch SPITZER, COPPEZ und WITTMAACK [3]) haben die Richtigkeit dieser Ansicht anerkannt. Aus der ROTHFELDschen Arbeit folgt sicher auch, dasz BARTELS' [4]) Zweifel zu Unrecht bestand, als er sagte, dasz der Anschlusz der vestibulären Bahnen ans Mittelhirn und andere mehr orale Gebilde des Hirnstammes noch sehr hypothetisch sei. Im Gegenteil, da wir wissen, dasz Zwangsbewegung und Nystagmus durch Läsionen oral und caudal von der Commissura posterior ein anderes

---

[1]) FISCHER und MÜLLER: Am. Jnl. of Physiol., Bd. 41, 1916, S. 267.

[2]) ROTHFELD: Pflügers Arch., 191, 1921, S. 295.

[3]) WITMAACK: Deutsch Otol., Ges., Bd. 20, 1911.

[4]) BARTELS: Arch. f. Ophthalm., Bd. 74, 1910.

Vorzeichen haben, d.h. in der Richtung einander entgegengesetzt sind, wird man bei Verletzungen dieser Gegend äuszerst kritisch zu Werke gehen müssen; die Komplikationen werden hier geradezu unübersehbar (vergl. FERRAROs Hund).

Wie wichtig die vestibulären Augenreflexe für das Fixieren sind, haben schon EWALD und STEPHAN gezeigt, als sie einen Hund lehrten, mit fixiertem Kopf einem Stück Fleisch mit dem Blicke zu folgen. Nach Labyrinthexstirpation war dieses Vermögen dem Hund verloren gegangen. Versuche aber, wie die von HOGYIES, später von ROTHFELD und OHM, die den Zweck hatten, genauer festzustellen, welche Augenmuskeln von bestimmten Bogengängen abhängig seien, müssen deshalb wohl steril bleiben. Hat doch BARTELS [1]) in Übereinstimmung mit SHERRINGTON nachgewiesen, dasz jeder Augenmuskel für sich die Nystagmusbewegung mitmacht, dasz wir es hier mit Totalreflexen nicht nur auf die Augen, sondern auch auf Kopf, Hals und Rumpf zu tun haben; Reflexe, die — wenn auch durch anatomische Verbindungen mittels vestibulärer Collateralen zu den Oculomotoriuskernen hin erleichtert [2]) — wohl hauptsächlich durch Mitwirkung der absteigenden Bahnen von den Commissurkernen (im medialen Abschnitt des H.L.B.) zustande kommen, eine durch Versuche an Katzen (Brain 1914) gewonnene Ansicht, zu der SPITZER [3]) sich jedoch noch nicht bekannt hat. Auch C. WINKLER zeichnet noch in seinen Schemata den Oculomotoriuskern als den oralsten Knotenpunkt seiner Bogengangsreflexe.

Viel weniger als die rotatorischen und horizontalen vestibulären Nystagmusformen ist die vertikale Form studiert worden. Wenn MARBURG in Übereinstimmung mit meinen Ergebnissen bemerkt hat, dasz vertikaler Nystagmus mehr durch Läsion oraler Regionen zustande kommt, so verdanken wir LEIDLER [4]) den Nachweis, dasz beim Kaninchen vertikaler Nystagmus (nach unten und oben) nach einer Läsion der caudalen Teile des Nuc. Triangularis entstehen kann. Wenn auch diese Feststellung wegen der Vernachlässigung der strio-olivären Bahnen (vergl. S. 131) nicht genügend begründet erscheint, so ist doch die Beobachtung nicht ohne Interesse, weil sie für einen, aus anderen Gründen zu fordernden, gewissen Einflusz der vestibulären Kerne auf die vertikalen Augenbewegungen spricht. Von dem Gesichtspunkt aus, dasz die verschiedenen Nystagmusarten abgeschwächte Erscheinungsformen der Zwangsbewegungen darstellen, scheinen überhaupt die LEIDLER-BAUERschen Ergebnisse in ihren Grundlinien nicht so stark von den meinigen abzuweichen wie man bei oberflächlicher Betrachtung meinen könnte.

---

[1]) BARTELS: Verhandl. der Deutschen Otol. Gesellsch., Bd. 20, 1911, S. 54.

[2]) BECCARI hat bei Fischen eine besondere Form von Cupuli beschrieben, durch welche Deiterskernfasern mit den Oculomotoriuszellen in Berührung stehen (Bolletino della soc. Ital. de Biol., V, 1930).

[3]) SPITZER: Arb. a. d. Neur. Institut Wien, Bd. 25, 1924, S. 439.

[4]) LEIDLER: Monatsschr. f. Ohrenheilk., Bd. 47, 1913, S. 394.

Mit welcher Mechanik das Labyrinth auf die Augen- (und Körper-) bewegungen einwirkt, darauf wollen wir nicht eingehen. Ob nach MAGNUS' Theorie ein maximaler Einflusz durch die Traktion der Otolithen anzunehmen ist, oder aber umgekehrt nach QUIX, damit wollen wir uns hier nicht befassen, ebensowenig mit den theoretischen Betrachtungen SPITZERS, BREMERS, SPIEGELS und DEMETRIADES', inwieweit man einen hemmenden Einflusz des Kleinhirns auf die vestibulären Reflexe annehmen könne. GROEBBELS [1]) hat dazu eine ausführliche Kritik geliefert. Dagegen will ich noch einen vergeblichen Versuch hervorheben, eine Einsicht in die Wirkung des Vestibulums auf die Augenbewegungen zu gewinnen: KÖLLNER und HOFFMANN [2]) haben sich gefragt, ob sich der Tonuseinflusz, der durch vestibuläre Reize zustande kommt, vielleicht durch die Frequenz der Stromschwankungen in PIPERs Sinne deutlich machen lasse, eine Erwartung, welche sich nicht verwirklichte. Auch elektrische Stromstösze auf das Labyrinth riefen keinerlei Stellungsänderungen hervor auszer einer vorübergehenden HERTWIG-MAGENDIE'schen Schielstellung.

KAPITEL 18.

SPEZIELLE LEHRE DER BLICKLÄHMUNGEN ODER BLICKZWANGSSTELLUNGEN.

HORIZONTALE BLICKZWANGSSTELLUNG ODER „HORIZONTALE BLICKLÄHMUNG".

§ 1. Allgemeine Ergebnisse. Bedeutung des H.L.B.

Nachdem wir uns in den vorangehenden Kapiteln eine physiologische Grundlage geschaffen haben, auf welcher eine Lehre der Blicklähmungen oder besser der Blickzwangsstellungen aufzubauen ist, möchten wir uns jetzt kurz über das Tatsachenmaterial orientieren, das von den Klinikern in emsiger Arbeit in etwa 80 Jahren zusammengetragen worden ist. Weil aber unser Ausgangspunkt von jetzt an vollständig von dem unserer Vorgänger verschieden ist, lohnt es sich kaum, die einzelnen Publikationen in historischer Aufeinanderfolge [3]) einzeln kritisch zu besprechen, weil uns ja gemeinsame Gesichtspunkte zum Aufbau einer anatomisch-physiologisch begründeten Lehre fehlen. Um den in der Literatur festgelegten Krankheitsfällen gerecht zu werden, wollen wir uns zunächst auf die systematische Skizzierung der Hauptbefunde beschränken, welche unter allen Umständen ihren Wert behalten, und zwar wollen wir uns ausschlieszlich mit denjenigen Fällen befassen, die mit einer anatomischen Beschreibung veröffentlicht

---

1) GROEBBELS: Klinische Wochenschr., 1928, Nr. 38.

2) H. KÖLLNER und H. HOFFMANK: Arch. f. Augenheilk., Bd. 90, 1922, S. 470.

3) Übrigens ist noch unlängst eine solche Übersicht von MAZZIO und FUMAROLA (Revue Oto-ophthalmo neur., 1930, S. 323) zusammengestellt worden.

wurden. Nach den vorangehenden Kapiteln kann es nicht zweifelhaft sein, dasz unter den Bahnen, auf deren Studium es hier vor allem ankommt, das H.L.B. die erste Rolle spielt. Und eben hier hatten wir schon zur Zeit meiner ersten Publikation über diesen Gegenstand [1]) eine merkwürdige Beobachtung zu verzeichnen, eine Beobachtung, die sich auch für die in den letzten 20 Jahren veröffentlichten Fälle als richtig erwies.

Auf Grund der anatomisch-physiologischen Ergebnisse hatte ich die Absicht, eine möglichst vollständige Reihe von Fällen mit einseitiger Unterbrechung des H.L.B. durch einen Krankheitsprozesz zu untersuchen, um festzustellen, inwieweit die physiologisch nach einseitiger Durchtrennung der H.L.B. beobachteten Symptome bei Tieren damit übereinstimmten. Andererseits war ich bestrebt, eine möglichst vollständige Reihe derjenigen klinischen Fälle zu sammeln, bei welchen sich das Symptom der Manegebewegung und konjugierte horizontale Deviation der Augen gezeigt hatte.

Schon bald stellte sich heraus, dasz es sich bei beiden Beobachtungsreihen um *identische* Krankheitsfälle handelte, mit dem Unterschied zwischen tierischer und menschlicher Symptomatologie, dasz beim Menschen nur sehr selten von richtiger Manegebewegung, wie sie bei den Tieren beobachtet wurde, die Rede war. Anstelle der Manegebewegung fanden wir in den klinischen Fällen entweder das Symptom der konjugierten Deviation in der horizontalen Ebene oder aber horizontale Blicklähmung vor. Dabei hatten wir Gelegenheit festzustellen, dasz diese beiden letzten Symptome gelegentlich unmerklich ineinander übergingen, d.h. dasz im Vorstadium einer konjugierten Deviation oder aber während des Abklingens einer konjugierten Deviation sich zeitweilig eine sogenannte Blicklähmung einschaltete. Von diesem Gesichtspunkt aus ist es denn auch eher verständlich, dasz man in der klinischen Literatur vergebens nach einem befriedigenden Unterscheidungsmerkmal zwischen konjugierter Deviation und Blicklähmung sucht. Schlieszlich fanden wir ebenso wie beim Studium der Zwangsstellungen der Tiere: wenn sich beim Entstehen oder Abklingen einer Zwangsstellung vestibulärer Nystagmus zeigt, so geht die Richtung der langsamen Phase nach der Seite der Zwangsstellung (bei den Vögeln Kopf-, bei den Säugern Augennystagmus). Man kann deshalb beim Menschen die uns schon von den Tieren her bekannten Stufen in der Entwicklung einer Zwangsstellung erkennen, z.B. einer horizontalen Zwangsstellung nach rechts: 1. vestibulärer Nystagmus, langsam nach rechts und zwar so, dasz der Nystagmus beim Blick nach rechts (Richtung der Zwangsstellung) langsameren Rhythmus und gröszere Ausschläge, beim Blick nach links häufigere und zugleich kleinere Ausschläge zeigt; 2. horizontale Blicklähmung nach links; 3. konjugierte horizontale Deviation nach rechts. Angesichts dieses Zusammenhangs ist es interessant, daran zu erinnern, dasz WERNICKE in seinem Lehrbuch 1881 einen scharfen Unterschied machen zu können meinte zwischen der von Ponsherden

---

[1]) MUSKENS: Brain, 1914, S. 418.

abhängigen Blicklähmung und der von Vorderhirnherden abhängigen konjugierten Deviation der Augen. Für die letztere sei kennzeichnend, dasz bei starker willkürlicher Innervation der Blick für einen Moment nach der Gegenseite gerichtet werden könne. Spätere Erfahrung [1]) hat ihm aber gezeigt, dasz ein prinzipieller Unterschied zwischen Blicklähmung und lateraler konjugierter Deviation nicht vorhanden ist.

Wenn wir nun den Begriff „Blickzwangsstellung" in dieser weiteren Fassung gebrauchen, so ist die oben erwähnte Übereinstimmung beider Fallreihen (Fälle mit Blicklähmung nach einer Seite einerseits, Fälle mit Unterbrechung eines H.L.B. anderseits) so vollkommen, dasz ich nicht anstehe, die gleiche Tabelle für die eine sowohl wie für die andere vorzulegen.

Ein anderes Ergebnis von nicht geringerer Tragweite ist, dasz — ebenfalls ohne Ausnahme — die konjugierte Zwangsstellung der Augen [2]) nach der gesunden Seite, d.h. nach dem *gesunden* H.L.B., gerichtet ist. M.a.W. mit derselben Regelmäszigkeit, mit welcher wir bei der experimentell hervorgerufenen Verletzung eines H.L.B. beim Versuchstier die Manegebewegung nach der gesunden Seite gerichtet fanden, mit derselben Konstanz findet man beim Menschen die Unterbrechung eines H.L.B. von einer horizontalen Zwangsstellung nach der gesunden Seite begleitet.

In klinisch-diagnostischer Hinsicht ist es hier interessant, die Kopfhaltung bei der echten konjugierten Deviation (im Sinne der Augenabweichung nach der gesunden Seite) mit der Kopfhaltung bei Lähmung des N. abducens zu vergleichen. In diesem Falle finden wir umgekehrt den Kopf nach der kranken Seite gewendet um den gelähmten Muskel nicht gebrauchen zu müssen. — Falls bei einseitigem Brückenherd Hemiplegie vorhanden ist, so ist sie auf der Seite des gesunden H.L.B.

Schlieszlich gibt es noch drei anatomische Details, die uns geradezu zwingen, die Manegebewegung bei unseren Versuchstieren für identisch mit der konjugierten horizontalen Deviation bei Menschen zu erklären: 1. Hirnstammherde, die andere Gebilde als das H.L.B. treffen (Pyramiden, Schleife, Substantia reticularis, zentrale Haubenbündel), rufen weder Manegebewegungen bei den Versuchstieren, noch konjugierte Deviation beim Menschen hervor.

2. Doppelseitige, das H.L.B. ausschaltende Herde ergeben ebenso regelmäszig sogenannte doppelseitige Blickzwangsstellung, bei welcher der Blick weder nach rechts noch nach links gewandt werden kann (siehe Tabelle 2). Diese Beobachtung ist in Übereinstimmung mit den Versuchsergebnissen bei Katzen, welche längere Zeit nach Ausschaltung beider H.L.B. nicht zur Lokomotion zu bringen sind. Namentlich gilt dies für

---

[1]) WERNICKE: Arch. f. Psych., XX, 188.

[2]) Oder entsprechende Blicklähmung; in der Folge wird, damit der Leser immer an die anatomisch-physiologische Grundlage des Phänomens erinnert wird, vorzugsweise von Blickzwangsstellung gesprochen.

TABELLE DER FÄLLE VON CONJUGIERTER DEVIATION NACH EINER SEITE MIT AUTOPSIE.

No.	AUTOR	STELLE	AUGENSYMPTOME	AUTOPTISCHER BEFUND	H. L. B.	BEMERKUNGEN
1	Foville Jr.	Gazette Hebdomad. IV 1859	Conjugierte Deviation nach R. Convergenz normal	Fehlt		L. VII-Paralyse
2	Eichhorst	Charité Annalen 1876 S. 192	Maximale conj. Dev. nach R. Liegt ausschlieszlich auf R. Seite	Erweichung im L. Pons		R. Hemiplegie + L. V.-und VII-Paresis
3	Broadbent	Med. Times 1872 S. 87	Augen nach R. deviiert	Tumor unter dem Boden des 4ten Ventr.		Beide Augen blind
4	Hallopeau	Arch. de Phys. et de Path. 2me Série 1876 III	L. Auge kann nicht nach L. geführt werden; auch Bew. des R. Auges beschränkt	Thrombotischer Prozess am Übergang Pons-Mittelhirn; Diameter 2mm. zur Höhe der Em. teres		R. Hemiplegie (Gesicht, Arm, Bein)
5	Ferréol	L'union médicale 1873 no. 47 S. 579	Blickzwangsstand n. R. (L. Auge erreicht nicht lateralen, R. Auge nicht inneren Canthus). Wohl falls L. Auge bedeckt wird und während Convergenz	Tuberkel von Kirschgrösze, unter Boden des Ventrikels. Dorsaler Abschnitt reicht für $^1/_5$ seines Umfangs über die Mittellinie		Keine Manegebewegung
6	Wernicke	Berlin. Klin. Woch. Schr. 1873 No. 47 S. 394	Conj. Dev. nach R. Das R. Auge bis Mittellinie; das L. Auge nach innen fixiert	Kirschgroszer Tumor unter Boden IV-Ventrikel, in VI-Kern		Vertik. Augenbew. normal. V-und VII-Parese und Hemiparese L.
7	Graux	De la Paralysie etc. Thèse de Paris 1878	Conj. Dev. nach L. (L. Auge mehr beweglich). Convergenz normal	Tuberkel der Emin. teres, VI-Kern einbeziehend		
8	v. Leyden	Klinik der Rückenmarkskrh. 1875 II S. 65	Conj. Dev. nach R. Das L. Auge ist fixiert; R. Auge bis Mittelstellung. Convergenz normal	Sulzige Masse L. am Boden des 4ten Ventrikels bis Anfang Kleinhirnstiel		Schwindelgefühl nach R. beim Aufstehen
9	Desnos	Bulletin Soc. méd. des Hôp. de Paris 1873 S. 87	Conj. Deviation nach R. Kopf nach R. geneigt	Nuszgrosze Blutung vernichtet L. H. L. B. und VI-Kern		
10	Hughlings Jackson	Medic. Times January 1874	Beschränkte Augenbew. n. L. Jedes Auge nicht weiter als bis zur Mittelstellung	VI-Kern frei, Herd oberhalb des VII-Knies		*Rollstand nach L.* Kopf n. L. gebogen und gedreht, Kinn nach R.
11	Ballet	Progrès méd. 1880 S. 766	Blicklähmung n. L. (= Blickzwangsstand nach R.) Convergenz unvollständig	Syphilom das R.H.L.B. vernichtend, VI-Kern frei		R. Hemiplegisch. Keine Gefühlsstörungen
12	Bernardt	Berliner Kl. Woch. Schr. 1881	Erst R. VI-Parese; später L. Internusparese dazu	Tumor R. Ponshälfte		VI-Kern verschwunden. III-Nerven normal
13	Garel	Revue de méd. 1882 S. 593	Augenzwangsstellung nach L.	Antero-post. Erweichung des Pons L. und R.H.L.B.		VI-Kern wahrscheinlich unberührt
14	Quioc	Lyon méd. 1881	Augenzwangsstellung nach L.	Erbsengroszer Tumor, der Em. teres. VI-kern frei. L.H.L.B. malacisch.		Hemiparese. Keine Fallneigung
15	Hunnius	Symptomatologie der Brücken-Erkr. Bonn 1881	Deviation der Augen n. R. Bewegungen des einzelnen Auges haben wenig gelitten. Convergenz ungenügend	Erweichungsherd der Brücke		R. Hemiplegie
16	Poulin	Progrès méd. 1880 No. 10 S. 186	Blickzwangsstellung n. R. Bewegung des L. Auges gut; bei Schlusz des R. Auges ist L. Internus ungenügend. Convergenz normal	Tuberkel der Eminentia teres R. und L.		Auch Tumor im L. Occip. Lappen und L. Kleinhirn
17	Senator	Arch. f. Psych. XIV 1883 S. 649	Conj. Dev. n. R. *Liegt sehr ungern in L. Seitenlage*. In Rückenlage kann er sich nicht n. L. aufrichten. Convergenz ungenügend	L. Herd in der Mittellinie am Boden des 4ten Ventr. VI-Kern frei; H.L.B. nicht genannt		Kopf vornüber. L. corpus restif. gelblich verändert
18	Mayer	Arch. f. Psych 1882	Conj. Dev. nach L. (Augenarzt notiert: „R. lateralis, L. internus gelähmt". Convergenz ungenügend	Blutung in R. Brücke, innerhalb und oberhalb VI-Kern		Alte Lues. Der Kr. kann gehen mit Stütze, L. Hemianaesthesie
19	deVincentiis	Ann. di Ottalmol. 1883 (aus Mierzejewski)	Conj. Dev. nach L. Convergenz normal	Tuberkel am Boden des 4ten Ventr. zur Stelle des VI-Kerns		Keine VII-Parese
20	Mierzejewski	Neurol. Zentralbl. 1885 S. 361	Manege nach L. Conj. Dev. nach L. Convergenz ungenügend	Glioma in der Brückenhaube		R. VII-Parese
21	Bennett u. Savil	Brain 1889 S. 102	4 Wochen, bis zum Tode, conj. Dev. nach R. Convergenz normal	Erweichungsherd im VI-Kern links.		„Vielleicht H.L.B. getroffen". Präparat verloren
22	Bruns	Neurol. Zentralbl. 1888 S. 311	Conj. Dev. nach L. *Umfallen* nach L. Convergenz normal	R. Ponstumor		Cystöse Entartung
23	M. Finny	Dublin Med. Jnl. 1889 S. 380	Conj. Dev. nach R., später nach R. und L. Convergenz erst normal, später ungenügend	Kirschgroszes Tuberculom der Mittellinie der Brücke, hauptsächlich L.		L. VII-Paresis. R. Hemiparesis. Kopf nach L. geneigt
24	Bleuler	Arch. f. klin. Med. 1885 Bd. 33	Conj. Dev. nach L. Trunkenboldsgang	Herd im R. Pons, lateralen Teil des H.L.B. vernichtend		VI-Kern nicht frei

No.	AUTOR	STELLE	AUGENSYMPTOME	AUTOPTISCHER BEFUND	H. L. B.	BEMERKUNGEN
25	RICKARDS	Brit. Med. Jnl. 1886	Kopf nach L. gewendet. Augenbew. frei, R. und L. Ptosis	Blutung im Hirnstamm., R. ausgedehnter als L., H.L.B. vernichtend		L. Hemiparesis
26	MAC GREGOR	Lancet II Dec. 1886	Rollstand n. R. d. h. Kopf nach R. geneigt, Kinn nach L. Fallneigung nach R. Augen nach L. L. Pupille weit.	Tumor im R. Pons, wahrscheinlich lateralen Abschn. des H.L.B. vernichtend. VI und VII entartet		R. Pupille klein, L. weit. Ulceration der Cornea R.
27	JOLLY	Neurol. Zentr. bl. 1894 S 430	Conj. Dev. n. R. Convergenz ungenügend	Tumor L.H.L.B. vernichtend		L. VII-Parese, R. Hemiparese. VI-Kern zerstört
28	WIERSMA	Psychiatr. Bladen 1899 S. 603	Conj. Dev. nach R. Mittellinie nicht überschritten. Convergenz normal	Tumor hat L.H.L.B. vernichtet. VI-Kern normal		L. VII-Parese. Nerv. III nicht entartet
29	DIMMEN	Wiener Klin. Woch. Schr. 1899 S. 581	Conj. Deviation nach R.	Herd in L. Brücke		L. V-und VII-Parese
30	HERY	Thèse de Paris 1899	Conj. Dev. nach L. Vertikaler Nystagmus	Tuberkel der Medulla R.		R. VI-und VII-Kern vernichtet.
31	RANSOHOFF	Arch. f. Psych. Bd. 35 1901 S. 417	Conj. Dev. nach R. L. Auge in Krampf nach R. Convergenzlähmung	Thrombotische Cyste links, VI-Kern vernichtend		
32	WEBBER	Boston Med. a. s. Jnl. 1889 S. 380	Conj. Dev. nach L. Unsicherer Gang. Convergenz?	Basilar art. verstopft. H. L. B. wahrscheinlich in Erweichungszone		L. Hemiparese. Erweichung im L. Kleinhirn. VI-Kern frei
33	BENVENUTI	Annales de Neurol. 1901 S. 101	Conj. Deviation n. R. Convergenz normal	Ponshaemorrhagie, oral vom VI-Kern		VI-Kern frei
34	BRAMWELL	Edinb. Med. Jnl. VII 1909 S. 132	Conj. Deviation nach L.	Blutung im R. H. L. B. von der Oblongata bis zum Roten Kern		
35	POTTS u. SPILLER	Univ. of Pennsylv. Bulletin 1903-04 V. 16 S. 362	Conj. Dev. nach R. Convergenz gut	Tuberkel vernichtet L. H. L. B. VI-Kern frei		
36	LANNOIS u. CHÈZE	Lyon méd. 1908 S. 705	Conj. Dev. nach R. (Externus mehr getroffen) Diplopie im L. Gesichtsfeld. Convergenz gut	Blutung im der L. Emin. teres (auch in VI-Kern und Deiters-Kern)		Schwindel: alles dreht sich n. R. Fallneigung nach R.
37	MAAS	Monatschr. f. Ps. 18 1906 S. 533	Conj. Deviation nach einer Seite	Multiple Sclerosis, mit Herd im L. H. L. B.		R. VII-Parese
38	SEGGEL	Münch. Med. Woch. schr. 1903 S. 772	Conj. Dev. n. L. Manege n. L. Convergenz erst gut, später verschwunden	Tuberkel der R. Brücke, später auch zentrales Grau vernichtend		VI-Kern frei
39	D'ESPINE u. DEMOLE	Arch. de méd. d'enf. 1917 S. 355	Conj. Dev. n. L. Strabismus conv. Convergenz?	Tuberkel der R. Em. teres. VI-Kern intakt		R. VII-Parese. Beweglichkeit des L. Auges wiederhergestellt. R. u. L. Fuszclonus und Babinski
40	ACHARD, FOIX, THIERS	Rev. Neur. 1922 S. 1000	Conj. Dev. nach L.	Tuberculom		L. Hemiplegie
41	RÖNNE	Klin. Mon. Bl. f. Augenheilk. 1911	Manegebewegung nach L.	R. H. L. B. durchschnitten		
42	BOLLACK	Rev. Neur. 1924 I. S. 337	Conj. Dev. nach L., teilweise n. R., und Nystagmus beim Blick nach L. Convergenz gut. Labyrinth-Reaktion (Drehstuhl und Kaltspülung) abwesend	Herd der R. Em. teres, auf die L. Seite übergreifend. Vestib. Kerne wahrscheinlich nicht frei		Vertikaler Blick mit Nystagmus verbunden
43	C. VINCENT	Rev. oto-ophth. Neur. II 1924 S. 600	Conj. Dev. nach R. Willk. Bew. bis zur Mittellinie. Convergenz ungenügend (vielleicht infolge Strabismus-Operation)	Tuberkel L. Brücke, H.L.B. und Haube vernichtend		Vert. Nyst. Während Kaltspülung L. Auge bis Mittellinie. R. Verstärkung der Deviation.
44	J. FROMENT, DECHAUME, COLRAT	Rev. Neur. 1928 II S. 129	Blicklähmung n. R. für willkürl. und automat. Bew. (Kein Puppenkopfphänomen). Kaltspülung teilweise normal	Nuszgrosze Tuberkel in Brücke, wahrscheinlich das L. H. L. B. stärker schädigend als das R.		Auch R. Schleife geschädigt. Wasserspülung ergibt keinen reflektorischen Nyst.
45	v. GEHUCHTEN	Rev. Oto-Ophth.-Neur. 1930 S. 705	Conj. Dev. nach R. Convergenz gut	Tumor vernichtet L. H. L. B. und L. vest. Kerne		L. VII-Parese. Während Ohrenspülung u. Voltaversuch winziger Einflusz auf Deviation.
46	FROMENT, DECHAUME, COLRAT	Rev. Oto-Neuro-ophth. 1930 S. 715	Conj. Dev. nach R. Convergenz gut	Glioma vernichtet das L. H. L. B.		Reflexlateralität n. L. ausgefallen
47	HINRICHS	Nervenheilk. Bd. 127 1932 S. 184	Conj. Deviation nach R. Convergenz gut	Encephalitischer Herd vernichtet die H.L.B, L. mehr als R.		Stellrefexe vorhanden.
48	FREEMAN	Arch. of Neur. 1922 P. 460	Conj. Deviation nach R. Convergenz gut	Gliom der R. vest. Kerngegend, Marchidegeneration im L. H. L. B.		Kein Nystagmus bei Ohrenspühlung

TABELLE DER DOPPELSEITIGE H. L. B. FÄLLE

No.	AUTOREN	STELLE	AUGENSYMPTOME	AUTOPTISCHER BEFUND	H. L. B.	BEMERKUNGEN
1	DUTILH	Gaz. méd. de Paris 1887 S. 399	Blicklähmung nach beiden Seiten. Convergenz gut	Blutung der Brückenhaube vernichtet H. L. B.		L. VII-Parese. R. Hemiparese.
2	DESNOS	Gaz. méd. de Paris 1887 S. 499—402	Blickzwangsstellung (=-lähmung). Strabismus conv. Convergenz gut	Nuszgrosze Blutung unter Boden des 4ten Ventr. (L. 1 cm. R. 6 mm. von der Mitellinie)		Vertikale Augenbeweg. normal. Hemiplegia alternans (L. Facialis, R. Extremitäten).
3	BLOCH u. GUINON	Arch. de méd. Exp. 1891. S. 74	Wie oben. Blickzwangsstellung geradeaus	R. H. L. B. ganz, L. zum Teil durch Tuberkel vernichtet		Fallneigung n. L. und hinten. VI-Kern frei.
4	GEE u. TOOTH	Brain 1898 S. 114	Lateraler Blick unmöglich. Nystagmus beim Blick nach oben	Blutung vernichtet beide H.L.B.		Den ebenfalls vernichteten VI-Kernen wird die Blicklähmung zugeschrieben
5	SPITZER	Obersteiners Arbeiten VI. 1889 S. 1	Conj. Deviation der Augen n. R., später nach L. Kopf nach vorn. Convergenz ungenügend.	Tumor vernichtet vorderen, später hinteren Teil des Deiterskernes. Tr. vestib. spinal. frei		Einstrahlung des N. vestibularis und ventr. Haubenbl. geschädigt.
6	WERNICKE	Archives of Ophth. V. 32. 1901 S. 183	Blickzwangsstellung geradeaus, deren der Kranke sich nicht bewuszt war	Tumor, beide H. L. B. vernichtend		Vertikale Augenbew. normal.
7	GRASSET u. GAUSSELL	Rev. Neur. 1902. No. 2	Blickzwangsstellung geradeaus. Convergenz gut	Tuberkel, beide H. L. B. vernichtend		Vertikale Augenbew. normal.
8	BRUCE	Review of Neurol. I. 1903 S. 329	Blickzwangsstellung geradeaus. Convergenz gut	Tumor, beide H.L.B. vernichtend		Erst Nystagmus beim extremen Blick n. R. u. L., Romberg. Vertikaler Blick normal.
9	HENNEBERG	Charité Annalen 1897. S. 494	Doppelseitige conj. Blickzwangsstellung, Pupillen-Lichtreaktion gering. Convergenz gut	Ponsgliom, beide H. L. B. beeinträchtigend		
10	SCHÖLER	Monatsbl. f. Augenheilk. Bd. 42 1902. S. 313	Blickzwangsstellung geradeaus. Convergenz normal	Tuberkel vernichtet beide H.L.B.		Später vertikale Blicklähmung.
11	KOLISCH	Wiener Klin. Woch. Schr. 1893 S. 253	Blickzwangsstellung geradeaus. Blick nach oben beschränkt. Später vertikaler Nystagmus, Convergenz gut	Tuberkel, von R. n. L. übergreifend, den R. VI-Kern einbeziehend. R. Oliven-Einstrahlung reduziert		L. Hemiparese. R. VII-Parese.
12	E. BISCHOFF	Jahrb. f. Psych. 15. 1907. S. 140 Fall 2	Blickzwangsstellung geradeaus. Der Kranke kann nicht gehen	Sarcom beide H. L. B. durchwachsend, R. Haube schädigend		R. VII-Lähmung. Taubheit R.
13	RAYMOND u. CESTAN	Rev. Neur. 1901. S. 70. Fall 1	Blickzwangsstellung geradeaus, Convergenz und vertikale Augenbew. erhalten	Tuberkel vernichtet beide H. L. B. und die Haube		L. Hemiplegie. Latero-retropulsion.
14	RAYMOND u. CESTAN	Rev. Neur. 1901. S. 70. Fall 2	Blickzwangsstellung geradeaus; Convergenz und vertikale Augenbew. (zwar mit nystagmiformen Rucken) erhalten	Tuberkel vernichtet beide H.L.B.		Titubation. Um zur Seite zu sehen, musz der Kr. sich umdrehen. Fallneigung.
15	RAYMOND u. CESTAN	Gaz. des Hôpitaux 1903. S. 830	Doppelseitige conj. Blickzwangsstellung. Nystagmus lateralis beim Versuch zur Seite zu sehen. Convergenz normal. Vest. Nystagmus beim Sehen nach oben und unten	Tuberkel beide H. L. B., auch Bindearme und Zentr. Haubenbündel vernichtend. III- und VI-Kerne intakt		Lateropulsion. Unsicherer Gang.
16	BERTELSE u. RÖNNE	Monatschr. f. Psych. 25. 1909 S. 150	Blickzwangsstellung geradeaus Convergenz gut. Alle reflektorischen lat. Augenbew. aufgehoben	Ausschlieszlich in beiden H.L.B. lokalisierte (Marchi-) Degeneration, toxisch bedingt. Mediale Bündel meist getroffen		Nuc. fasc. long. post. stark pigmentiert. VI-Kerne wenig verändert.
17	FREY	Ges. Neur. u. Ps. 21 1914. S. 130	Blickzwangsstellung geradeaus. Convergenz gut. Umfallen n. L. Alle lat. refl. Augenbew. (Kopfdrehung, Kaltspülen) ausgefallen	Tuberkel vernichtet L. H. L. B. und medialen Teil des R. H. L. B.		
18	NEUMANN	Deutsche Med. Woch. Schr. 1918 S. 817	Blickzwangsstellung nach R. L. VII-Parese. R. Hemiparese	Verkäsung beider H. L. B. bis auf schmalen Rand		Beiderseits Vestibularisstörung d. h. R. u. L. Kaltspülungsdeviationen aufgehoben.
19	BRUNNER und BLEIER	Obersteiners Arb. 22. 1919 S. 140	Blickzwangsstellung geradeaus. Laterale reflekt. Augenbew. (Finger folgen, Kaltspülung) ausgefallen. Kein Nystagmus. Convergenz gut	Ponstuberkel vernichtet beide H. L. B. und R. Deiters- und Haubengegend		R. VII-Lähmung.
20	THOMAS	Rev. Oto-Neuro-ophth. II. 1922. S. 242	Blickzwangsstellung geradeaus. Convergenz normal. Stehen unmöglich	Malacie der Haube, inkl. beider H. L. B. Aufsteigende Entartung		Haubenbündel entartet.
21	JONES und SPILLER	Brain 1924. S. 345	Blickzwangsstellung geradeaus. Convergenz normal. Kein kalorischer und rotatorischer Nystagmus auszulösen	Erweichung in der Haube, beide H. L. B. vernichtend		Vestibularis-Kerne beiderseits schwer getroffen.
22	C. VINCENT	Rev. Oto-Neuro-ophth. V 1924 S. 443	Conj. Dev. nach L. und unvollständige Dev. nach R., so dasz geringe conj. Dev. nach L. resultiert. Convergenz gut. Abasie	Ponsblutung L. 〉 R. vernichtet H. L. B. und Teile der Haube		Kaltspülungsdeviationen aufgehoben.
23	SCHENK-WINKLER	Kon. Akad. Amst. Proc. XXXVI 1933 S. 13	Doppelseitige conj. Blickzwangsstellung. Convergenz, Pupillenreaktion normal.	Erweichung, L. H. L. B. vernichtet und R. H. L. B. knapp vor der Kreuzung des Tr. vestibulo-mesenceph.		Vertikale Augenbewegungen erhalten.

diejenigen Versuche, bei welchen auch die zentralen Haubenbündel ein- oder doppelseitig geschädigt sind. Auch bei den in der Tabelle zusammengestellten Fällen handelt es sich grösztenteils um Tuberculome der Brücke. Nur ein traumatischer Fall ist beim Menschen nach Suboccipitalpunktion beobachtet worden.[1])

3. Die anatomischen Besonderheiten der Ausnahmen von der oben angegebenen Regel für die Richtung der Augenzwangsstellung durch Ausschaltung eines H.L.B. (Augenzwangsstellung nach der Seite des gesunden H.L.B.) sind bei den Versuchstieren und beim Menschen identisch. Die Strecke des H.L.B., dessen Unterbrechung *ausnahmslos* horizontale Zwangsstellung nach der gesunden Seite hervorruft, ist nach unten (caudal) und nach oben (oral) von einem Gebiet abgeschlossen, dessen Läsion das entgegengesetzte Resultat zeitigt, nämlich Augenzwangsstellung nach der Seite der Läsion. Also auch in dieser Hinsicht walten bei Menschen genau dieselben Gesetze, die wir bei den Versuchstieren kennen gelernt haben, nur mit dem Unterschied, dasz von dem gesamten Syndrom bei den Tieren die Manegebewegung mehr in den Vordergrund trat als die auch in Ruhe dabei vorhandene konjugierte Deviation von Kopf und Augen, während beim *Menschen* die Zwangsstellung des Kopfes und der Augen das Hauptsymptom ist und die Manegebewegung nur inzidentell dabei beobachtet wird. Beim Tiere wie beim Menschen findet man, dasz die aufsteigende sekundäre vestibuläre Bahn für die horizontale Deviation von Kopf und Augen unmittelbar oral von der Vestibulargegend die Mittellinie kreuzt. Diese gekreuzte Bahn vereinigt sich im H.L.B. mit der nicht gekreuzten aufsteigenden für die Rollung (und Fallneigung bei dem Menschen); beide kreuzen zusammen in der Commissura posterior und bleiben auch nach der erfolgten Ganglienschaltung auf ihrem Wege zum Pallidum zusammen (Abb. 11, S. 100).

Eine Ausnahme von dem obigen konstanten Verhältnis zwischen H.L.B. und Blickzwangsstellung meinte MARBURG darin zu finden, dasz (auf Grund der EICHHORST'schen Fälle) ebenfalls Blicklähmung durch Unterbrechung der Pyramiden möglich schien. Diese Annahme musz zurückgewiesen werden, *erstens* weil im EICHHORST'schen Falle die anatomische Untersuchung unvollständig war, z.B. keine Schnitte durch die Brücke ausgeführt wurden, so dasz diesem Falle keine Beweiskraft zukommt. Die Gefäszverteilung im Hirnstamm ist derart, dasz man bei Versuchstieren öfter einen Herd in der ventralen Ponsgegend antrifft mit einem dorsalen Ausläufer eben in das Gebiet des H.L.B. *Zweitens* weil wir von MARIE und MOUTTIER[2]) zwei Fälle von einseitiger Blutung in der Ponspyramide kennen ohne eine Störung der Augeninnervation. *Drittens:* wenn MARBURGs Annahme richtig wäre, hätte man eine Zwangsstellung nach der Seite der lädierten Pyramide zu erwarten, denn es ist bekannt, dasz eine Blutung, welche die rechtsseitige Capsula interna und das rechtsseitige Striatum vernichtet, konjugierte Deviation nach rechts zeitigt. *Viertens,* die Konvergenz, d.h. die einzige Augenmuskelfunktion, welche ganz und gar von dem Labyrinth unabhängig ist und auf der Wirkung der M. recti interni beruht, verhält sich in den verschiedenen Fällen verschieden. In vielen Fällen

---

[1]) ROGER: Rev. oto-ophthal. Neur., VIII, 1930, S. 647. Leider hat keine Autopsie stattgefunden.

[2]) MARIE und MOUTTIER: Iconographie de la Salp., 1906.

ist die Funktion normal, nämlich in den Fallen, bei welchen die Läsion auf das H.L.B. beschränkt erscheint. Die Konvergenz ist dann gestört, wenn die graue Substanz zwischen den H.L.B. und dorsal von ihnen in den Krankheitsprozesz einbezogen ist. Dies gilt sowohl für die einseitigen wie für die doppelseitigen Läsionen des H.L.B. (vergl. S. 191).

Dies stimmt nicht überein mit der Annahme KNIEs und BROUWERs, dasz PERLIAs Kern der Kern für die Konvergenz sei; letzterer Autor nimmt aber an, dasz auch andere caudalere Gebilde zu dieser Funktion beitragen.

Eine merkwürdige Ausnahme von dem gewöhnlichen Verhalten „konjugierte Deviation gleichgerichtet mit gleichseitiger Manegebewegung" bildet der von V. GEHUCHTEN Jr. publizierte Fall.[1]). Der Kranke zeigte konjugierte Deviation nach rechts und machte Manegebewegung, sowohl mit offenen als geschlossenen Augen, nach links. Er hatte ein Tuberculom, das die linke Vestibularkerngegend vernichtet hatte und in der Gegend des VI-Kerns (Abb. 3) die Mittellinie überschreitend die Kreuzung der Fasc. vestibulo-mesencephalici beeinträchtigte.

Demzufolge sind die beiden aufsteigenden, die horizontale Blickbewegung kontrollierenden Bahnen atrophisch (Abb. 7), und es bestand wohl tatsächlich eine doppelte horizontale Blickparese L. > R., weshalb der Blick dauernd nach rechts gerichtet war. Aber dazu hat die Vernichtung des linken vestibulären Kerns genau so wie bei den Versuchstieren Manegebewegung nach links zur Folge. Auch noch weitere Abweichungen bestanden in diesem Falle infolge der besondren Lage des Herdes. So bestand hier ein Nystagmus mit schnellem Ruck nach rechts, das Gegenteil von dem, was gewöhnlich bei konjugierter Deviation nach rechts gefunden wird. Mit dieser Interpretation des Falles wird auch V. GEHUCHTENs Annahme eines besondren nur beim Menschen vorhandenen Kerns für die konjugierte Deviation im medianen Abschnitt des Nuc. triangularis hinfällig.

Dasz durch Läsionen in der Gegend der hinteren Commissur die Richtung der Zwangsstellungen (und der Zwangsbewegung bei den Tieren) sich umkehrt, wurde schon von MAGENDIE, SCHIFF, später von PROBST und von mir ausführlich diskutiert. Die damaligen anatomischen Kenntnisse gestatteten jedoch nicht die erst 1914 erfolgte genauere Feststellung des betreffenden Umkehrpunktes. Ebenfalls war es seinerzeit derselben Umstände wegen nicht möglich die Strecke näher zu bestimmen, deren Verletzung die konjugierte Deviation nach der kranken Seite bewirke, trotz aller ausführlichen Untersuchungen, die namentlich von der französischen Schule (LANDOUZY, GRASSET, DEJERINE) darüber gemacht wurden, und obwohl PRÉVOST schon 1871 die Vermutung ausgesprochen hatte, dasz die Strecke im Corpus striatum ihr Ende finden müsse.[2]) In dieser Hinsicht haben sicher die von den Physiologen mit Vorliebe gepflegten Reizversuche des Cortex und die darauffolgende Jagd nach Zentren für konjugierte Deviation Verwirrung gestiftet. Für längere Zeit wurde die richtige Spur PRÉVOSTs verlassen.

Auch hier hat das Tierexperiment mit nachfolgender Marchifärbung 1914 zuerst definitiv den Globus pallidus als die durch Faserverbindungen

[1]) P. V. GEHUCHTEN: Revue oto-neuro-ophthalmologique, VIII, 1930, S. 702.

[2]) Genauer ausgedrückt: Er bemerkt, dasz bei denjenigen Fällen, welche längere Zeit konjugierte Deviation zeigten, das Striatum in den Krankheitsprozesz einbezogen war. Dieses m.A.n. wichtigste Resultat PRÉVOSTs ist ein halbes Jahrhundert übersehen worden!

und zwar in beiden Richtungen mit dem Nuc. commissurae posterioris verbundene Endstation aufgezeigt. Man hat diesen Satz in dem Sinne zu verstehen, dasz ausschlieszlich Vernichtung des Pallidums (des lateralen Abschnittes) eine bis zum Tode dauernde konjugierte Deviation und Manegebewegung nach der kranken Seite bei den Versuchstieren veranlaszt. Die Existenz der hier genannten anatomischen Verbindungen ist seitdem von VOGT, RIESE und GOLDSTEIN, MORGAN u.a. bestätigt worden, während nur zögernd Bestätigungen der physiologischen Beziehungen einliefen und klinische Folgerungen kaum gezogen wurden.

Liegen die Verhältnisse: *umgekehrte Deviation bei einer Läsion oral von der hinteren Commissur,* ziemlich einfach, so ist der Ausnahmefall — konjugierte Deviation nach der kranken Seite durch einen Herd in der *distalen* Gegend des Hirnstammes — beim Menschen viel seltener zu beobachten, so selten, dasz es kaum einem Kliniker eingefallen zu sein scheint, dasz es nützlich wäre die Folgen der Erkrankungsprozesse der vestibulären Gegend mit den Folgen der experimentellen Läsionen beim Tier zu vergleichen. Hier musz die Bemerkung gemacht werden, dasz ebenso selten wie die Krankheitsprozesse in der Deitersgegend des Menschen sind, ebenso spärlich in der anatomisch-physiologischen Literatur Autoren gefunden werden, die sich an diese für Eingriffe schwierige Gegend des Hirnstammes gewagt haben (CZERMAK, KOHNSTAMM, THOMAS, BIEHL, PROBST, KARPLUS, LEIDLER, ALLEN, PAPEZ, FUSE). Aus ihren Untersuchungen geht in Übereinstimmung mit meiner Gruppe IV (Brain 1914, S. 376) hervor, dasz eine Verletzung des in der Medulla sich ausbreitenden Ramus descendens Nuc vestibularis, mit Ausnahmen, vor allem *Rollungen nach der kranken Seite,* seltener deutliche konjugierte Deviation in der horizontalen Ebene, auch nach der kranken Seite, zeitigt. Diese experimentellen Erfahrungen hat man m.E. an die Seite zu stellen von und für identisch zu halten mit den von Ohrenärzten mitgeteilten gelegentlichen Beobachtungen bei Verletzung des Labyrinths. BEZOLD [1]), PANSE [2]), PASSOW, STENGER [3]), KÜMMEL u.a. haben bei den betreffenden Patienten immer Neigung nach der erkrankten Seite zu fallen, zu schwanken und zu gehen, auch Vorliebe die Augen nach dieser Seite zu wenden, oder, was dasselbe bedeutet, Nystagmus (langsame Komponente nach der kranken Seite) und Schwindel beim Sehen nach der gesunden Seite bemerkt.

Wird aber den Versuchstieren ein Stich in den vestibulären Kern selbst beigebracht, dann hängt es von der engeren Lokalisation ab, ob Rollbewegungen oder aber horizontale konjugierte Deviation nach der kranken Seite überwiegt. Auch hier befinden sich BECHTEREWS, BIEHLS [4]), PROBSTS, WYRUBOWS Erfahrungen mit den meinigen in Übereinstimmung.

In der klinischen Literatur gibt es Fälle, wie die von BREUER und

---

1) BEZOLD: Zeitschr. f. Biologie, 1907, S. 480.
2) PANSE: Naturforscher Versammlung, 1901.
3) STENGER: Arch. f. Ohrenheilk., Bd. 50, 1900, S. 79.
4) BIEHL: Obersteiners Arbeiten, 1907.

MARBURG[1]), THOMAS, EGGER, BOURGEOIS[2]), SPILLER, bei welchen ebenfalls entweder zugleich Fallen nach der kranken Seite gefunden wurde, oder — sehr schön in BREUER und MARBURGs Fall — zuerst konjugierte Deviation der Augen nach der kranken Seite, solange der Prozesz auf das Vestibulariskerngebiet beschränkt blieb, aber nach der gesunden Seite, nachdem das H.L.B. mit in den Krankheitsprozesz einbezogen worden war.

Man kann also im allgemeinen[3]) die pathologischen Erfahrungen über Herde im Vestibulariskerngebiet sowohl mit den experimentellen Beobachtungen als miteinander in Übereinstimmung erklären, wenn auch das äuszerst seltene Vorkommen von lokalen Herden in dieser Gegend[4]) bis jetzt diese Tatsache verhüllt haben mag.

§ 2. *Die* DUVAL-LABORDE*'sche Theorie der konjugierten Deviation ist unzureichend.*

Die Annahme DUVAL-LABORDES, dasz in der Nähe des Abduzenskerns ein Kern existiere, der die konjugierte Deviation kontrolliert, kann heute wohl endgültig als unzutreffend angesehen werden. Will man sich eine Vorstellung bilden, wie es überhaupt möglich war, dasz sie vor einem halben Jahrhundert als maszgebend angesehen werden konnte, so ist es notwendig sich an den damaligen Stand der Kenntnissse zu erinnern. Von ANDRAL (1834) bis WERNICKE hatten sich Erfahrungen gehäuft, die in FOVILLEs richtigen Bemerkungen gipfelten: eine lokale Schädigung am Übergang des verlängerten Markes in die Brücke an der Stelle der Nuc. abduzens ergibt nicht nur eine Lähmung des *gleichseitigen* M. rectus externus. Dabei bleibt die Konvergenz so gut wie ungestört. Man kann deshalb wohl der Schluszfolgerung nicht aus dem Wege gehen: die M. recti interni dienen einer doppelten Funktion, der Konvergenz und der lateralen Deviation. Die Funktion, welcher die konjugierte Deviation untergeordnet ist, besitzt ihr Zentrum da, wo — nahe dem VI-Kerne — nach der klinischen Erfahrung ein scharf lokalisierter Herd die konjugierte Deviation (nach der kranken Seite) ausschaltet. Das bedeutet aber die Annahme eines nirgends im zentralen Nervensystem je nachgewiesenen Verhaltens, dasz ein drei

---

[1]) BREUER und MARBURG: Loc. cit.

[2]) BOURGEOIS: Annales des maladies de l'oreille, XXX, 1904, S. 581.

[3]) Zweifellos wird es gelingen Fälle zusammenzubringen, welche dieser Regel widersprechen. Dabei behalte man aber im Auge, dasz man wegen der verwickelten anatomischen Verhältnisse zunächst alle Fälle ausscheiden musz, die mit erhöhtem Hirndruck einhergehen z.B. Acusticus- und Kleinhirntumoren und weiter Fälle von Blutungen, die Reizung des N. vestibularis verursachen können, da diese nach BIEHLs Erfahrungen den entgegengesetzten Erfolg haben.

[4]) Es ist wohl dem eigentümlich beschränkten Verbreitungsgebiet der Art. cerebelli posterior inferior zuzuschreiben, dasz die davon abhängigen Herde fast immer die DEITERS-Gegend aussparen, ebenso wie übrigens die Art. cerebelli superior (nach SCHUSTERs und MACDONALD CRITCHLEYs Erfahrungen zu urteilen. Berner Kongresz 1931 und Zeitschr. f. d. Gesamte Neur. u. Psych., Bd. 144, 1933, S. 681).

bis vier Zentimeter caudaler gelegenes Zentrum einen gekreuzten Einflusz auf den Kern des M. rectus internus ausübe. Bei der Beurteilung der verschiedenen Phasen, welche das Problem der konjugierten Deviation in 75 Jahren durchgemacht hat, musz man sich immer den jeweiligen Stand der anatomischen Kenntnisse ins Gedächtnis zurückrufen. Man entbehrte ja bis zur Jahrhundertwende eines tieferen Einblicks in den Mechanismus der motorischen Innervation, wie wir ihn der Neuronenlehre und der Osmiumfärbetechnik verdanken. Dasz niemals eine koordinierte Motorik ausschlieszlich von einem rein motorischen Nervenkern ohne besondere Koordinationszentren ausgehen konnte, war den Neurologen noch nicht genügend klar geworden. So ergeht es übrigens noch denjenigen Zeitgenossen, die glauben, verfeinerte Reflexmechanismen könnten im Oculomotoriuskern dort entstehen, wo sekundäre aufsteigende vestibuläre Fasern mit den III-Kernzellen in histologische Verbindungen zu treten scheinen! Namentlich die interessanten Diskussionen der Pariser Gesellschaften, wie sie von GRAUX in seinem Buch 1878 referiert werden, erhellen die falsche Fragestellungen. Für die damaligen Nervenärzte spitzte sich die Augenbewegungsfrage auf diesen Punkt zu: wie kann denn eine Lähmung des VI-Kernes zu gleicher Zeit eine Lähmung eines Abschnittes des III-Kernes herbeiführen? Man sieht, der Grundfehler, weshalb man für lange Jahre einen falschen Weg einschlug, liegt darin, dasz man eben von „Lähmung" sprach. Hätte man sich in der Ausdeutung der Tatsachen streng an die von den Physiologen über die Zwangsbewegungen ans Licht gebrachten Ergebnisse gehalten, wären m.a.W. die Kliniker nicht ausschlieszlich ihre eigenen Wege gegangen, dann wären drei Geschlechter nicht in Irrlehren aufgezogen worden. Nur ein Glied fehlte vor DUVAL und LABORDE der Kette der sonst anscheinend vollständig zutreffenden Schluszfolgerungen: eine gekreuzte Bahn zwischen Abduzenskern und Oculomotoriuskern war im hinteren Längsbündel noch nie nachgewiesen worden. Doch war die Theorie gerettet, wenn man eine vom Abduzenskern gleichseitig aufsteigende Verbindung mit dem III-Kern annahm, und es sich herausstellen sollte, dasz die kreuzenden Wurzelfasern des Oculomotorius eben die Nervenbündel für den gekreuzten M. rectus internus seien. So erklärt es sich, dasz man sich bemühet, in den zur Sektion kommenden Fällen von konjugierter Deviation vor allem zu untersuchen, in welchem Zustand sich diese gekreuzten III-Fasern befanden. Doch ergab sich, dasz man niemals irgendeine histologische Änderung weder im III-Kern noch in den III-Wurzelfasern fand, so dasz man nach WERNICKEs Vorgang diesen Ausweg wieder verlassen muszte.

Da kamen DUVAL und LABORDE [1]) mit ihrem Nachweis, dasz man beim Affen oral vom VI-Kern kreuzende Fasern im H.L.B. findet. Dies ist sicherlich richtig, bedeutet aber nichts anderes als dasz die Autoren die Kreuzung der vestibulo-mesencephalen Fasern zum H.L.B. der andren

---

[1]) DUVAL und LABORDE: Jnl. de Anat. et de la Physiol., XVI, 1880, S. 56.

Seite hin feststellen. Ist es ein Wunder, dasz die DUVAL-LABORDE'schen Ausführungen — in Unkenntnis der wahren Verhältnisse — als endgültiger Ausweg begrüszt wurden, und die Untersucher bis 1914 und noch 1931 (DAVISON und GOODHART) immer wieder auf diese Lehre zurückkamen und annahmen, dasz sowohl die Bahn der willkürlichen als auch der reflektorischen Augenbewegung wohl im H.L.B. bis in das pontine Zentrum herab verlaufe, um dort zu kreuzen und im gekreuzten H.L.B. bis zum III-Kern aufzusteigen? Auch die Untersuchungen von BERNHEIMER, BACH, DEJERINE, SOMMER und SPIEGEL haben diese falsche Grundlage unerschüttert gelassen, wenn auch die Meinungen über die Frage, wie denn corticale Impulse den VI-Kern erreichten, geteilt waren.

Das nächste Problem, dasz die Untersucher bewegte, war die Frage: dient der Abduzenskern neben seiner Funktion als primärer Kern des N. abduzens auch als Zentrum für die konjugierte Deviation oder gibt es in der Nähe ein besonderes Augenbewegungszentrum? Die erste Meinung ist vielfach verfochten worden, obwohl man sich der Überlegung nicht verschlosz, dasz hier doch an unser übliches physiologisches Denken ganz auszerordentliche Zumutungen gestellt wurden. Langsam aber häuften sich die Fälle, in welchen mit Sicherheit der VI-Kern histologisch intakt gefunden wurde, und umgekehrt die Fälle, bei denen trotz Untergang der beiden VI-Kerne konjugierte Deviation bestand (SIEMERLING [1]). So wurde man dazu gedrängt sich in der Nähe umzusehen, und bis in die allerletzte Zeit haben sich Autoren (WINKLER, FUMAROLA) zur Annahme u.a. des Abduzensnebenkerns als des gesuchten Zentrums bekannt, ohne jedoch anatomisch-physiologisch oder aber pathologisch-anatomisch diese Meinung begründen zu können. Wie vielfach man sich auch darum bemüht hat, die Zusammensetzung des H.L.B. mit den theoretischen Voraussetzungen in Übereinstimmung zu bringen (BRUCE [2], LEWANDOWSKY, unlängst WINKLER [3]), es wurde immer klarer, dasz man hier auf einen falschen Weg geraten war (auch AYALA [4]). FUSES [5]), besonders zu diesem Zweck angestellte genaue anatomische Untersuchung des VI-Kerns und seiner Umgebung stellte die Hoffnungslosigkeit des Suchens nach einem besonderen Kern für die konjugierte Deviation in ein helles Licht.

Wenn man sich von unserem jetzigen Standpunkt aus die Frage vorlegt, wie es denn möglich war, dasz diese irrige Lehre sich so lange unter den Klinikern (Fachanatomen und -physiologen etc. sind fast ausnahmslos diesem Problem fern geblieben) behaupten konnte, dann müssen wir, um eine richtige Antwort zu finden, die Aufmerksamkeit auf einen wohl nur beim Menschen gefundenen Umstand richten, der wenigstens erklären

---

1) SIEMERLING: Arch. f. Psych., XXII.
2) BRUCE: Review of Neurology, II, 1903.
3) WINKLER: Opera omnia, VIII, 1927, S. 77.
4) AYALA: Revue Oto-neuro-opht., VIII, S. 654.
5) FUSE: Arb. a. d. Hirn. Anat. Institut MONAKOWS, Bd. 4, 1912. S. 401.

kann, dasz die menschliche Klinik mit einer gewissen Eintönigkeit und Beharrlichkeit ein Bild zeigt, dasz notwendigerweise den wahren Sachverhalt verdecken, verkleiden muszte. Erfahrungsgemäsz pflegt nur *eine* Erkrankungsform mit einer gewissen Regelmäszigkeit das Syndrom der konjugierten Deviation in der horizontalen Ebene hervorzurufen, nämlich die Tuberkelbildung an der Stelle der Eminentia-teres. Das H.L.B. unterliegt — wahrscheinlich infolge der besonderen Vascularisationsverhältnisse — immer genau an dieser Stelle und wohl fast nie an einer oraleren Stelle einer lokalen Erkrankung. Aus diesem Grund blieb den Untersuchern in dieser langen Periode die physiologisch relativ leicht festzustellende Tatsache immer verborgen, dasz *eine Unterbrechung des H.L.B. überall zwischen der Vestibulariskernregion und der hinteren Commissur* immer denselben Erfolg, nämlich konjugierte Deviation d.h. Blickzwangsstellung nach der gesunden Seite zu zeitigen vermag. Während WALLENBERG [1]) 1907 nach SPITZERS und BERTELSES und RÖNNES einschlägigen Beobachtung zu dem Schlusse kam, dasz bei totaler Zerstörung des DEITERS-Kerns, des dreieckigen Acusticuskerns und des VI-Kerns noch keine konjugierte Deviation auftrete, wenn das H.L.B. auszerhalb des Herdes liege, erklären noch 1910 MONAKOW und LEWANDOWSKI, es sei nicht bewiesen, dasz gerade das H.L.B. die Assoziationsbahn für die konjugierte Deviation sei. Erst die vollständige Vergleichbarkeit der Folgen des experimentellen wie des durch Erkrankung erfolgten Ausfalls eines H.L.B.[2]) im Sinne des BLEULER'schen Erwartungen mag wohl diesen Satz unanfechtbar gemacht haben.

Daneben mag wohl ein anderer die menschliche Pathologie betreffender (schon oben erwähnter) Umstand mit eine Rolle gespielt haben, dasz nämlich erfahrungsgemäsz — wie wir oben sahen (Kap. 18, S. 193) — kleine lokale Herde innerhalb des Vestibulariskerngebietes fast nie zur Beobachtung kommen. Infolgedessen konnten die Kliniker sich nicht von der vollkommenen Übereinstimmung zwischen physiologischer und klinischer Beobachtung überzeugen, nach welcher eine Unterbrechung des N. vestibularis selbst und eines groszen Bezirks des Vestibularkerns Manegebewegung und horizontale Augenabweichung nach der kranken Seite hervorruft. Dasz man andrerseits auch beim Tiere dieses Bild selten beobachtet, liegt wohl daran, dasz bei ihm heftige Zwangsbewegungen in der frontalen Ebene, d.h. Rollbewegungen, die Manegebewegung und konjugierte Deviation verdecken.

§ 3. Welche anatomisch-physiologischen Verhältnisse bilden in Übereinstimmung mit den Experimenten die Grundlage für das Zustandekommen der konjugierten Deviation von Kopf und Augen beim Menschen? Innervation der Konvergenz.

Wenn wir die ganze Reihe der an den Wirbeltieren gewonnenen

[1]) WALLENBERG: Arch. f Psych., Bd. 42, S. 769.

[2]) Brain, 1914.

Erfahrungen uns vor Augen bringen, dann kann man sagen, dasz mit eiserner Konsequenz von den höheren Fischen (Teleostiern [1])), über die Reptilien und Vögel bis zu den Vierfüszlern und niederen Affen das gleiche Prinzip im Aufbau und in der Funktion des H.L.B. erkennbar ist, indem bei all diesen Tierarten eine einseitige Durchschneidung des Bündels Manegebewegungen nach der gesunden Seite hervorruft, zugleich mit einer je nach sonstigen äuszeren Umständen an Heftikeit wechselnden Rollbewegung nach der kranken Seite. Ebenfalls einheitlich sind die anatomischen Befunde desjenigen Abschnitts des Bündels, um den es sich hier handelt. Allen diesen Tieren ist nämlich der Besitz eines Tr. vestibulo-mesencephalicus cruciatus eigen, der in der hinteren Commissur zum zweiten Mal kreuzt und sich mit dem Nuc. commissurae posterioris in Verbindung setzt.[2])) Anzunehmen, dasz bei den höheren Anthropoiden dieses Prinzip aufgegeben würde, erscheint schon von vornherein unwahrscheinlich. Die zahlreichen Fälle von einseitiger Unterbrechung der H.L.B. beim Menschen oral von der Vestibulargegend sprechen direkt für das Vorherrschen desselben Prinzips beim Menschen (Tab. I, S. 189).

Unter diesen Umständen erübrigt es sich, noch einmal den Modus der Innervation für die Lokomotion und die Oculomotion in der horizontalen Ebene zu besprechen, wie wir es für die Versuchstiere gemacht haben, und wir verweisen auf Abb. 11, S. 100, wo die Rolle des Nuc. commissurae posterioris und dessen Verbindungen mit dem Globus pallidus als der für die horizontale Lokomotion und Augenbewegung feststehenden Elemente angegeben worden sind.

Hinsichtlich der zentralen Innervation der Konvergenz verfüge ich nicht über experimentelle Feststellungen. Aus den pathologischen Beobachtungen scheint hervorzugehen, dasz bei dorsaler Ausbreitung eines das H.L.B. zerstörenden Prozesses bis in das Höhlengrau die Konvergenz anfängt schlechter zu werden. Das liesze sich wohl in dem Sinne deuten, dasz bei solchen Fällen der erschlaffende Einflusz des Konvergenzzentrums auf die Nuc. abducentes nachläszt, und so die Konvergenz ungenügend zustandekommt.

Ob mit BARRÉ und REYS [3]) auch ein labyrinthärer Einflusz auf die

---

[1]) Eine Ausnahme müssen wir für die niedrigsten Fische, die Petromyzonten und Myxinoiden, machen, die übrigens bekanntlich auch nur ein unvollständiges Vestibularorgan besitzen (S. 17—22). Hier fanden CAJAL und ADDENS (Kon. Akad. Amsterdam, XXXVII, 1928, S. 604), dasz der Tr. octavomotorius anterior den vestibulären Kern (Nuc. tangentialis Beccari) durch eine vom H.L.B. unabhängige Bahn und zwar kreuzend in der Höhe des III-Kerns mit der Commissura posterior verbindet.

[2]) GROEBBELS (Ges. Neur. u. Psych., Bd. 128, 1930, S. 72) irrt sich wohl in dieser Frage mit seiner Darstellung der geschichtlichen Details. Noch in der letzten Zeit wurde von WALLENBERG der Übergang von aufsteigenden supravestibulären H.L.B.-fasern in die hintere Commissur geleugnet. Dieser Übergang wurde zunächst aus physiologischen Gründen gefordert und 1912 von mir nachgewiesen (Kon. Akad. Amsterdam, Mededeelingen. Okt. 25. 1912, S. 656).

[3]) BARRÉ und REYS: Bull. Méd., 1923, S. 644.

Konvergenz angenommen werden musz, will ich dahingestellt sein lassen. Interessant ist VELTERS[1]) Bemerkung, dasz bei der Entwicklung des postencephalitischen Parkinsonismus, d.h. bei einem *akuten* Leiden der das Pallidum mit dem Hirnstamm verbindenden Bahnen Schädigung der Konvergenz in einigen Wochen zustandekommt, was bei dem ähnlichen chronischen Leiden, der Paralysis agitans, viele Jahre braucht. Diese Bemerkung sowie auch BIELSCHOWSKYS[2]) und MARGULIÉS' Ausführungen stehen nicht zu meiner Annahme im Gegensatz.[3])

Auf einen schwachen Punkt in der landläufigen Vorstellung, wie die vestibulären Reize auf die koordinierte Augenbewegung einwirken, möchte ich hier noch einmal aufmerksam machen. Nachdem WALLENBERG und CAJAL bei Vögeln, HELD und andere bei Säugetieren mit der Marchimethode beobachtet hatten, dasz sekundäre aufsteigende vestibuläre Fasern und ebenso Bindearmfasern in dem III-Kern endigten, waren diese Anatomen der Meinung, dasz damit auch die *vollständige Reflexbahn* gegeben wäre. In dieser Ansicht wurde man bestärkt, weil BECCARI, TRETJAKOFF u.a. besonders gestaltete Nervenendigungen der supravestibulären Fasern innerhalb der Oculomotoriuskerne gefunden hatten. Bei diesen Überlegungen wurde von den Autoren wohl zu wenig beachtet, dasz die obige Annahme als selbstverständlich voraussetzt, dasz die Oculomotoriuskerne neben echten motorischen Ganglienzellen, die den in den Vorderhörnern vorkommenden gleichzustellen wären, auch koordinatorische Zentren umfassen, ein Verhalten, dasz wohl noch nirgends festgestellt worden ist. Eher haben wir uns vorzustellen, dasz im HELD'schen Sinne zwar die sekundären vestibulären Fasern einen beschränkten Kontakt mit den Augenmuskelkernen haben, durch welchen vielleicht die Reflexansprechbarkeit erhöht wird; dasz aber in Übereinstimmung mit allem, was wir von den zentralen Innervationsverhältnissen wissen, der eigentliche koordinierte Reflex erst durch Vermittlung der Commissurkerne zustandekommt.

§ 4. *Reflektorische und willkürliche konjugierte Deviation. Schema einer vollständigen Untersuchung bei einer Blickzwangsstellung oder Blicklähmung.*

Fragen wir uns nunmehr: was lehrt bis jetzt die gesamte anatomisch-physiologische und klinische Erfahrung, die über evtl. vorhandene corticale Augenbewegungsinnervation, und welche Rückschlüsse können wir auf die anatomische Grundlage der sogen. reflektorischen Augenbewegungen ziehen? Auf den ersten Punkt werden wir zurückkommen, nachdem wir die konjugierte Deviation in Fällen von Striatumläsion besprochen haben. Was die reflektorischen Augenbewegungen betrifft, so habe ich

[1]) VELTER: Bull. Méd., 1923, S. 648.
[2]) BIELSCHOWSKY: Münchener med. Wochenschr., 1903.
[3]) MARGULIÉS und MODEL: Deutsche med. Wochenschr., 1926, S. 89.

daran zu erinnern, dasz wir, nachdem ROTH und FOURNIER Unterschiede in Fällen von vom Hirnstamm abhängiger konjugierter Deviation beobachtet hatten, BIELSCHOWSKY, BERTELSE und RÖNNE, SCHUSTER und besonders auch der jüngeren französischen Schule verfeinerte Untersuchungsmethoden verdanken, welche jedenfalls einen tieferen Einblick in die Mechanik der Augenbewegung gestatten, vielleicht auch für die nähere Lokalisation der betreffende Prozesse sich nützlich erweisen können. Ich will davon absehen, im einzelnen die neuere Entwicklung unseres Themas genau zu schildern und jedem Autor den ihm zukommenden Anteil zuzuweisen, glaube aber, dasz es angezeigt ist, nebeneinander die verschiedenen angegebenen Reflexfunktionen zu erwähnen. Damit liefere ich zugleich ein Schema, eine Anleitung für diejenigen Untersucher, die nicht genau mit der Geschichte unseres Themas vertraut sind und doch gegebenenfalls die verschiedenen Untersuchungen nicht unterlassen möchten, welche für solche Fälle als zeitgemäsz anzusehen sind.

Eine vollständige Untersuchung der horizontalen und vertikalen Augenbewegungen umfaszt die Beobachtung des Verhaltens der Augen bei folgenden Einzelprüfungen:

1. Der Kranke soll den Blick maximal nach rechts oder links richten, ohne einen Gegenstand zu fixieren (ohne dasz der Untersucher also ein Objekt nennt oder mit irgend einem Sehobjekt die Blickbewegung erleichtert).

2. Der Kranke soll sich ein Objekt ganz rechts oder ganz links vorstellen und den Blick dahin wenden.

3. Der Kranke soll mit dem Blick bei fixiertem Kopf dem Finger des Untersuchers maximal nach rechts und links folgen (Spähbewegung bei einem geführten Objekt).

4. Der Kranke soll mit dem Blick ein *wenig* exzentrisch gezeigtes Objekt fixieren, sodann ein stark exzentrisch liegendes Objekt.

5. Der Beobachter soll sich überzeugen, ob der Blick fixiert bleibt, während der Kopf passiv in entgegengesetzter Richtung gedreht wird (Fixationsreflex),

6. ob der Blick fixiert bleibt unter Ausschlusz optischer Reize (Kompensationsreflex). Im Falle eines vertikalen Blickzwangsstandes untersuche man den Äquatorialreflex.

7. Verhalten der Augen bei Kaltspülung des Ohres (BARANY);

8. während der Voltaversuche (BABINSKI);

9. bei Prüfung des optomotorischen Reflexnystagmus;

10. Bei Untersuchung der Konvergenz für nahe und weit gelegene Objekte.

11. Die Augenbewegung während angestrengten Augenschlusses.

Man ersieht aus dieser Aufgabenzusammenstellung, dasz — während die ersten Versuche genau über den *willkürlichen* Blick unterrichten — das willkürliche Moment immer mehr durch das *reflektorische* ersetzt

wird, so dasz die Versuche 5—9 ausschlieszlich zur Prüfung der Reflexbewegungen dienen.

Was haben bis jetzt die neuerdings von den Beobachtern vollständiger, auch autoptisch verifizierter Fälle ausgeführten Untersuchungen festgestellt? Dasz in den Fällen, wo ein Krankheitsprozesz die vestibulären Kerne vernichtet oder schwer geschädigt hatte, die laterale Deviation, auch die reflektorische, unmöglich war (doppelseitige Fälle: BRUNNER und BLEIER, JONES und SPILLER, BOLLACK; einseitige Fälle: VINCENT, LÜTZ [1]) und VAN GEHUCHTEN). Ein Erkrankungsprozesz braucht nur sehr wenig über die Mittellinie hinauszugreifen, um jede Deviation nach rechts und links unmöglich zu machen. Theoretisch wäre selbst eine punktförmige Blutung genau in der Kreuzung der Tr. vestibulo-mesencephali dazu imstande. Auch da, wo ein Tumor beide III-Kerne oder die hintere Commissur oder beide Commissurkerne vernichtet, ist natürlich eine gut koordinierte Augenbewegung ausgeschlossen. Da wir wissen, dasz das H.L.B. die Verbindung sämtlicher in Betracht kommender Kerne besorgt, läszt es sich verstehen, dasz es von der Kombination der getroffenen auf- und absteigenden Bahnen abhängt, ob etwa die resultierende Zwangsstellung nach rechts oder nach links gerichtet ist, ob die Kaltspülung überhaupt noch oder noch teilweise normalen Erfolg hat. Hier ist der Fall FROMENT, DECHEAUME, COLRAT (1928) von Interesse, in dem bei langsamer Durchwucherung der beiden H.L.B. erst der normale Kaltspülungsreflex erhalten war und später Einschränkung der Seitwärtswendung der Augen nach rechts festgestellt wurde. Der Blick war von vornherein nach links gerichtet. Fest steht wohl, wie mir scheint, dasz bis jetzt in keinem Fall einer vollständigen Erkrankung eines H.L.B. noch erhaltene Reflexlateralität bei Kaltspülung mitgeteilt wurde. Nach den physiologischen Beobachtungen wäre es an sich nicht ausgeschlossen, dasz die vestibulären Kerne selbst genügten um diese Reflexe in einfachster Form zu produzieren (SPIEGEL).

Anderseits verfügen wir über die alte Beobachtung HOGYIES', nach welcher die horizontalen Kompensationen und der durch Rotation hervorgerufene vestibuläre Nystagmus ausfallen, sobald zwischen den vorderen Vierhügeln und der Acusticusgegend eine Hemisektion oder aber ein paraphealer Längsschnitt bis zur Hinterwand des 3. Ventrikels angebracht wird (mit Durchtrennung also der hinteren Commissur). Wenn wir uns erinnern, dasz der asymmetrische Nystagmus die Entwicklung einer Zwangsstellung ankündigt (S. 182), so verfügen wir hier über eine Serie physiologischer Beobachtungen, welche sich mit den klinischen Erfahrungen in vollkommener Übereinstimmung befindet. In beiden Fällen garantiert nur das Zusammenspiel der beiden Reflexbögen: Vestibulariskern, gekreuzter Tr. vestibulo-mesencephalicus, Commissura posterior, Nuc. commissurae posterioris und dann Tr. commissuro-medullaris, mit den III- und VI-Kernen die normale Funktion der in der horizontalen Ebene

[1]) A. LÜTZ: Arch. f. Ophthalm., Bd. 115, 1925, S. 700.

sich abspielenden Phänomene. Angesichts der von SCHUSTER für die vertikalen, von FROMENT für die horizontalen Blickzwangsstellungen nachgewiesenen scheinbaren Regellosigkeit (Erhaltung einziger, Ausfall andrer Reflexe) musz man erwarten, dasz in der später erfolgenden feineren Analyse des H.L.B. (vergl. S. 397) für die verschiedenen Reflexe bestimmte Bahnen nachgewiesen werden können.

Die Fragestellung BIELSCHOWSKYs, ob es möglich sei, nur durch Untersuchung der reflektorischen Beweglichkeit bei der assoziierten Blicklähmung zu entscheiden, ob die Lähmung des Abduzens supranucleär oder peripher [1]) sei, beruht wohl auf der jetzt überwundenen Ansicht, dasz der VI-Kern einen Knotenpunkt für die horizontale Blickbewegung darstelle. Der wichtige Fall BERTELSE-RÖNNE hat dazu beigetragen, dieser DUVAL-LABORDE'schen Theorie die Grundlage zu nehmen.

§ 5. *Konjugierte Deviation durch Zwischen- und Vorderhirnleiden.*

Nachdem schon 1868 von PRÉVOST die Aufmerksamkeit auf die Tatsache gerichtet worden war, dasz bei denjenigen Apoplektikern, welche längere Zeit eine laterale konjugierte Deviation gezeigt hatten, das Striatum in den Krankheitsprozesz einbezogen war („quand la lesion se rapproche du corps strié"), und H. JACKSON [2]) die Existenz eines oculomotorischen Zentrums im Striatum („and adjoining convolutions") gefordert hatte, ist, wie wir schon sahen, die klinische Untersuchung auf eine falsche Spur geraten — m.A.n. auch irregeführt durch die damaligen Rindenreizversuche. Zwar verdanken wir LANDOUZY, WERNICKE, GRASSET, BLEULER u.a. gewisse im allgemeinen richtige Leitsätze wie diese: „Hirnstammkranke zeigen konjugierte Deviation vom Herde weg, während Hemisphärenkranke ihren Herd ansehen", aber zu einer zielbewuszten Untersuchung der Gebilde, deren Läsion die Zwangsstellungen (konjugierte Deviation, Fallneigung zur Seite) bestimmte, kam es nicht. Ohne genügende Kritik wurde die von den Physiologen gestellte Frage, ob man in dem Cortex des Frontal- und Occipitalhirns Zentren für die konjugierte Deviation anzunehmen habe, als in bejahendem Sinne beantwortet hingenommen. Sosehr war man von dieser Irrlehre befangen, dasz zu jener Zeit selbst ein Untersucher wie WERNICKE, LANDOUZYs Forderung zu begnügen, glaubte, er hätte das Zentrum in einem zufälligen Herd gefunden, und der Meinung Ausdruck gab, im unteren Schläfenläppchen [3]) wäre das führende corticale Zentrum gelegen! Doch blieb in klinischen Kreisen das Bewusztsein lebendig, dasz hier eine wesent-

---

[1]) Die periphere Abduzenslähmung erkennt man nach den älteren französischen Klinikern daran, dasz das gesunde Auge, anstatt gleichsinnig mit dem gelähmten Auge abzuweichen, im Gegenteil Neigung zum Strabismus convergens zeigt.

[2]) H. JACKSON: Ophth. Hospital reports VIII, L. 874, S. 93. JACKSON betrachtete diejenigen Hemiplegien als schwerste ev. unheilbare, welche mit konjugierter Deviation einhergingen.

[3]) Interessant ist, dasz in diesem Falle das Striatum *nicht* frei war. Dabei zeigte der Kranke auch das typische Striatum(Pallidum-)symptom, Fallen nach der gesunden Seite.

TABELLE III

TABELLE DER STRIATUM-THALAMUS-HERDE MIT ZWANGSSTELLUNGEN I/D HORIZONTALEN RESP. FRONTALEN EV. VERTIKALEN EBENE.

Autor	Stelle	Horiz. Ebene	Front. Ebene	Autopsie	
1. DUQUET	Prévost. Dev.Conj. Paris 1886 S. 31	Conj. Dev. n. r. der Augen; l. Hemianopsie. Bei passiver Wendung der Kopfes nach r. erfolgt Augendeviation n. l.; willkürlich ist es dem Kr. nicht möglich.	Der Kr. liegt immer auf der l. Seite. Vertik. Augenbew. normal	Ausgedehnte Blutung, das r. Striatum und r. Thalamus vernichtend	
2. WERNICKE	Arch. f. Psych. Bd. 20. 1889, S. 242	Conj. Dev. n. r. Kopf kann n. l. gewendet werden. L. Hemianopsie	Roll- u. Fallneigung n. . Augenbewegung n. oben beschränkt; macht kleine Schritte.	Zweites u. drittes Glied des Linsenkerns erweicht. Ganglienzellen des Sehhügels stark verfettet. Kleiner Brückenherd	
3. ANDERLYA	Neurol. Zentr. bl. '92. S. 474	Conj. Dev. nach r.	Augenbewegungen sonst normal	Gröszere Malacie im r., kleinere im l. Nuc. lentiformis	
4. FOURNIER	Rev. de Médic.'98. S. 671	Conj. Dev. von Kopf u. Augen n. r. Ausschlieszlich zuweilen reflektorische Bewegungen n. l. möglich	Kopf fällt nach hinten	Erweichung des ganzen Nuc. lenticularis	
5. FALKIEWICKZ und ROTHFELD	Nervenheilk. Bd. 85. 1925, S. 269	Kann gehen u. stehen. Augenbewegung normal Drehbew. n. l. athetotischer Art der l. Hand, stärker beim Liegen. Kopf nach vorn, bisweilen Körper u. Nacken nach hinten	Dreh-Rollbewegungen n. l. (in Rückenlage nach r.)	Malacien, gröszer im vorderen Abschnitt des r. Pallidums, kleiner im l.	
6. PÖTZL	Zeitschr.f. d. g. Neur. u. Ps. 93. '24. S. 120	Conj. Dev. nach rechts		Erweichungsherd in der Lam. med. int.	

liche und peinliche Lücke in unserer Kenntnis bestehen geblieben sei; drangen doch ROUSSY und GAUCKLER [1]) auf das genaue anatomische Studium jedes neuen Falles von konjugierter Deviation in der Hoffnung „pour arriver un jour à en éclaircir la physiologie pathologique". Hier lag aber ein Problem vor, das ausschlieszlich nach ausgedehnten physiologischen Vorstudien an Versuchstieren erfolgreich angegriffen werden konnte. Übrigens hatten CHARCOT und PÎTRES schon früher an LANDOUZYs Forderung Kritik geübt und dieselbe abgewiesen.

Erst nachdem die anatomisch-physiologischen Untersuchungen die Bedeutung des Globus pallidus als supravestibuläres und zugleich oculomotorisches Zentrum dargetan hatten, besann man sich auf die m.E. richtige Fragestellung: finden sich in der Groszhirnrinde Zentra, deren Reizung, unabhängig von den supravestibulären Zentren im Nuc. commissurae posterioris und im Pallidum, konjugierte Deviation nach der Seite ergibt? Sehen wir nun ohne Vorurteil die Liste der veröffentlichten Fälle an (lokale supracommissurale Herde, die im Leben zu konjugierter Deviation führten), die für diese Frage Bedeutung haben, dann kann man sich kaum der evidenten Tatsache verschlieszen, dasz die klinischen Ergebnisse ganz und gar mit den anatomisch-physiologischen Erfahrungen beim Versuchstiere übereinstimmen. Entweder hat der Herd den Globus pallidus (oder dessen Verbindungen mit dem Commissurkern) vernichtet [2]), oder eine Blutung hat die Funktion des Pallidums oder eines Abschnittes desselben dermaszen beeinträchtigt, dasz man mit dem, was der Tierversuch gelehrt hat, vollständig auskommt, um die während des Lebens beobachteten Erscheinungen erklären zu können. Dabei ist es von Interesse sich zu erinnern, wie die Versuche der Kliniker u.a. DAVISONs und GOODHARTs scheiterten, irgend eine Regelmäszigkeit in der Lokalisation der corticalen Herde, welche mit konjugierter Deviation einhergingen, zu entdecken, ein Umstand, auf den auch MONAKOW und LEWANDOWSKY aufmerksam gemacht haben.

§ 6. *Differentialdiagnose der unterhalb (caudal) und oberhalb (oral) der hinteren Commissur lokalisierten konjugierten Deviationen.*

Gibt es nun klinische Merkmale, auf Grund deren man in jedem einzelnen Fall die Diagnose einer konjugierten Deviation oberhalb oder unterhalb der Commissura posterior (d.h. Zwangsblick nach der kranken oder gesunden Seite) stellen kann? Erstens sei daran erinnert, dasz von WERNICKE die Beobachtung stammt, dasz die vom Groszhirn abhängige konjugierte Deviation nie eine absolute ist, und dasz der Kranke, wenn das Koma nicht zu tief ist, meistens noch imstande ist, den Blick einen Moment nach der gesunden Seite zu wenden. Obwohl WERNICKE zunächst in diesem Unterschied ein Differentialdiagnosticum gesehen hat, um

---

[1]) ROUSSY und GAUCKLER: Rev. Neur., 1904, S. 764.

[2]) ANDERLYA: Neurol. Zentralbl., 1892, S. 474.

Blicklähmung bei einer Stammläsion von konjugierter Deviation bei einer Hemisphärenerkrankung zu trennen, fand er sich später genötigt, diesen Standpunkt aufzugeben. Nichtsdestoweniger behält WERNICKES Beobachtung für die meisten Fälle ihre Gültigkeit, d.h. im Falle supracommissuraler konjugierter Deviation ist der nicht im Koma befindliche Kranke fast immer imstande für einen Augenblick durch Willenanstrengung die Zwangsstellung der Augen zu überwinden.

Zweitens scheinen C. VINCENTS [1]) Erfahrungen darzutun, dasz, falls der Herd oralwärts von der Commissura posterior gelegen ist, die reflektorische Blickbewegung wenigstens teilweise erhalten sein kann. Aber schon im ersten von DUQUET [2]) beobachteten Fall mit konjugierter Deviation nach rechts sah man die Augen sich nach links bewegen, sobald man den Kopf gewaltsam nach rechts drehte, um dann langsam wieder in die frühere Stellung zurückzukehren. In diesem Falle, der im BARD'schen Sinne am Hemianopsie nach links litt, fand man post mortem eine Blutung um den Seitenventrikel herum. Aber eine hühnerei-grosze Blutung hatte auch teilweise das Striatum und den vorderen und oberen Abschnitt des Thalamus opticus überschwemmt.

Die wenigen eindeutigen Erfahrungen scheinen für die Auffassung zu sprechen, dasz das Ausfallen der reflektorischen Blickbewegungen von der Unterbrechung der Verbindungsfasern zwischen Commissurkern und Pallidum unabhängig sei, dasz m.a.W. die *reflektorischen* Blickbewegungen vom Reflexbogen: Hintere Commissur-H.L.B. abhängen. Dabei hat man zu bedenken, dasz (vergl. SS. 80, 88, 117, 122 und Kap. 19) ein Herd im oder *nahe dem Pallidum* regelmäszig mit Fallneigung *nach der gesund*en Seite einhergeht, ein Herd dagegen *im lateralen Abschnitt des H.L.B.* — wenigstens bei Tierversuchen — mit Fall-(Roll-)neigung nach der *kranken* Seite. Der Feststellung dieses Symptoms mag in gewissen Fällen für die Differentialdiagnose einer konjugierten Deviation durch Striatum- oder Hirnstammherd eine entscheidende Bedeutung zukommen. Ob in der seitlichen Fallrichtung ein praktisch zu verwertendes Symptom für die Differentialdiagnose (infra- oder supracommissuraler Herd) gegeben ist, ist nach dem *vorliegenden* Material nicht zu entscheiden, weil bis jetzt fast nie Neigung hinzufallen erwähnt worden ist, ganz zu schweigen von der Fallrichtung.

Dasz Nystagmus in Fällen unvollständiger und abklingender supracommissuraler Augendeviation vorkommt, kann kaum bezweifelt werden, obwohl der Eigenart dieses Nystagmus noch wenig Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Ebenso wie bei den Versuchstieren ist dieser supravestibuläre Nystagmus mit seiner langsamen Komponente nach dem Herd gerichtet. Auch hier ist SAUVINEAUS und COPPEZ' Satz richtig, dasz viele Nystagmi unvollständige konjugierte Deviationen vertreten.

Kurz, beim Ausfallen der rein reflektorischen lateralen Augenbe-

---

[1]) C. VINCENT: Rev. d'Oto-Ophth. Neur., II, 1924, S. 493.

[2]) DUQUET: Observation XXI der PRÉVOST'schen Abhandlung, 1868, S. 31.

wegungen (inkl. des Nystagmus nach Kaltspülung) wird man an eine infracommissurale, beim Ausfallen des sogen. Willkürblickes an eine striäre Störung denken müssen.

Die ersten Beobachtungen über die anatomischen Befunde in Fällen von Ausfall des willkürlichen Blickes bei Erhaltensein des unwillkürlichen, und zwar durch Striatumherde, gehen auf DUQUET und TILING[1]) zurück; der letztere Patient wies eine konjugierte Deviation nach links auf und Unfähigkeit den Blick nach rechts, nach unten und oben zu wenden. Hier bestand beiderseits eine ausgedehnte Erweichung rechts der Basis der Frontalgegend (F. 2 und F. 3) und links der hinteren Abschnitte der F. 3 und F. 2. Man wird wohl nicht fehlgehen, wenn man annimmt, dasz hier das Striatum in den Prozesz einbezogen war. Dann kommen die weitblickenden, auch jetzt noch aktuellen Beobachtungen WERNICKEs[2]), dessen Patient beide Augen nach rechts gedreht hielt, und Beschränkung des Blickes nach oben und unten zeigte. Die Erweichung umfaszte das vordere Drittel des r. Thalamus, das 2. Glied des Pallidums; die innere Kapsel ist frei. Er fügt hier die Bemerkung hinzu: „Die Augenbewegungen sind bekanntlich nicht in dem Masze willkürlich wie die meisten andren Willkürbewegungen; sie werden durch Gesichtseindrücke leicht auch gegen unsren Willen hervorgerufen", „Wenn derartige optische Reflexe noch vorhanden sind, wie leicht kann dann eine vollständige assoziierte Augenmuskellähmung übersehen werden und der Beobachtung entgehen?"

Nach den anatomischen Einzelheiten kann man sich nicht ganz dem Eindruck entziehen, dasz WERNICKE doch zu sehr an dem Intaktsein des Pallidums festhielt. Hier hätte wohl die Marchifärbung uns eines Besseren belehren können. — Schlieszlich kommt FOURNIERs Fall[3]), auf welchen ROUX[4]) und unlängst ALAJOUANINE und THÜREL die Aufmerksamkeit richteten. Der Patient konnte überhaupt die Augen nicht willkürlich bewegen; post mortem fand man beiderseits tiefe Erweichungen der äuszeren Segmente des Nuc. lentiformis. Bei ALAJOUANINE und THÜRELs Patienten mit Bulbärparalyse[5]) fand man post mortem zwei Erweichungsherde, einen links am Hilus des Pallidums und einen rechts im hinteren Abschnitte des Putamens. Alles also pathologisch-anatomisches Material, das für die grosze Bedeutung des Striatums für die willkürliche Augenbewegung spricht. Da eine motorische Bedeutung des Striatums von NOTHNAGEL, 1873, von vielen Untersuchern, bis unlängst noch von DELMAS-MARSALET gegen ASHIZAWA und LEWY[6]), angenommen, aber von gleich zahlreichen andren Untersuchern geleugnet wurde, glaube ich gut daran zu tun, ein möglichst groszes für diese Frage wichtiges Material heranzuziehen. Für eine ganz andre Orientierung in dieser Frage und zwar in positivem Sinne scheinen mir zwei Beobachtungsserien aus letzter Zeit maszgebend, 1. der 1914 geführte Nachweis der Bedeutung des Pallidums für die Zwangsbewegungen in der horizontalen und frontalen Ebene, und 2. die vielfachen jüngeren klinischen und pathologisch-anatomischen Beobachtungen bei der Encephalitis epidemica.

§ 7. *Dissoziation der Zwangshaltung von Kopf und Augen bei Groszhirnherden.*

Da es uns bei unseren Beobachtungen an niederen und höheren Tieren immer klarer wurde, dasz zu einer bestimmten Stellung des Kopfes im

---

1) TILING: St. Petersburger Med. Zeit., 1874, S. 251. Die ursprüngliche Publikation konnte ich nicht einsehen.

2) WERNICKE: Arch. f. Psych., XX, 1889, S. 272.

3) FOURNIER: Revue de Méd., 1898, S. 671.

4) ROUX: Arch. de Neurologie, VIII, 1899, S. 177.

5) ALAJOUANINE und THÜREL: Rev. Neur., 1931, I, S. 145.

6) ASHIZAWA und LEWY: Zeitschr. f. d. ges. Experim. Medizin, Bd. 66, 1929, S. 157.

Raum ebenfalls eine bestimmte Augenstellung und eine bestimmte Haltung des Rumpfes und der Extremitäten gehört, wobei es sich zu gleicher Zeit herausstellte, dasz man die verschiedenen Stellungen in sechs einfachen „Modellen" unterbringen konnte, hat es theoretischen und praktischen Wert zu untersuchen, ob bei dem am genauesten untersuchten Vertebrate, beim Menschen, die verschiedenen Mechanismen im zentralen Nervensystem so fest verankert liegen, dasz gar keine Ausnahmen von dieser Regel vorkommen. Schon HUGUENIN [1]) hat einen Fall von Apoplexie mit Deviation des Kopfes nach rechts und Augenwendung nach links beobachtet. Dieser kann aber nicht als reiner Fall von Dissoziation gelten, weil die Kopfwendung immer nur zeitweilig auftrat zusammen mit *Kontrakturstellung* der linken *Extremitäten,* wo deshalb ein halbseitiger Krampfzustand anzunehmen war. Auch KOOYKER [2]) hat eine wochenlang anhaltende Zwangsstellung der Augen nach rechts beobachtet, welche durch eine ausgedehnte Blutung im rechten Zentrum ovale und Corpus striatum veranlaszt wurde, und bei welcher periodisch Krampfzustände der linken Extremitäten vorherrschten, während deren Dauer der Kopf nach links gewandt wurde. Die Augenstellung blieb dabei nach rechts gerichtet.

TOUCHE [3]) brachte einen Fall mit Anfällen von Kopfdrehung verbunden mit Nackenstreckung nach hinten, bei welchem sich eine Erweichung des hinteren Teils des Caudatums fand. Auch dieser Fall kann der obigen strengen Forderung nicht genügen, weil hier eine Rollstellung des Kopfes und der Augen im Sinne der Fallneigung zur gesunden Seite (vergl. SS. 113, 127) vorlag.

GRASSET [4]) verdanken wir einen Fall mit Blutung im rechten Thalamus mit zuerst nach rechts, später nach links gerichteter Deviation der Augen, welches seltene Syndrom er der Reizung durch die Blutung zuschreibt. Was die Kopfabweichung betrifft, verhielt sich der Kranke wie Fall LII von PRÉVOST. Hier haben wir nach einander erst eine *Reiz*erscheinung, der dann eine *Ausfalls*erscheinung desselben Gebildes folgt. Auch diesen kann man kaum als einen reinen Fall von Dissoziation der Bahnen für die Seitenwendung von Kopf und Augen anerkennen.

Die Fälle sollen beweisen, dasz die Bahnen für die Augen- und Kopfwendung nicht identisch sind, sondern nur nahe beisammen liegen: Dieser Schlusz erscheint mir vorläufig nicht zulässig. Da ich bei den Tierversuchen nie etwas gesehen habe, was auf die Trennbarkeit der Bahnen für die Augen- und Kopfbewegung hingewiesen hätte, sind wir in dieser Frage auf klinische Tatsachen angewiesen. *Mit letzterer Annahme* lassen sich aber mehrere Fälle erklären, wic derjenige von MARIE und

---

1) HUGUENIN: Pathologie générale des maladies nerveuses, 1873, Fall IV.

2) KOOYKER: Zeitschr. f. klin. Med., 1894, Bd. 24, S. 605.

3) TOUCHE: Arch. gén. de Méd. 1900, Fall III.

4) GRASSET: Rev. Neur., 1904, S. 676.

TABELLE IV

TABELLE DER STRIATUM-THALAMUS-HERDE MIT ENTGEGENGESETZTER RICHTUNG DER ZWANGSSTELLUNGEN VON KOPF UND AUGEN.

Autor	Stelle	Symptome	Autopsie	
1. KOOYKER	Zeitschr. f. klin. Med. 24, 1897. S. 615, II	Conj. Dev. nach r. Neigung des Kopfes n l. L. Hemiplegie	Erweichung d. Claustrum Caps. int. und n. lentif.	
2. KOOYKER	Zeitschr. f. klin. Med. 24, 1897. S. 623, VI	Kopf n. l., Augen n. r. gerichtet. Die Kopfdrehung n. l. wurde stärker, solange die l. Extremitäten zuckten	Ausgedehnte Blutung in der r. Hemisphäre. An zunehmen ist: Zeitweilige stärkere Reizung des r. Pallidums und r. Caps. int. durch die Blutung	
3. MONAKOW	Arch. f. Psych. Bd. 27, II	Athetose. Augenbew. n. R. etwas weniger ausgiebig als n. l. (S. 102)	Alter Herd, Lamina medullaris int. und ext. umfassend	
4. DUFOUR	Rev. Neur. 1904, S. 335	Apoplexie: Konvulsion der l. Seite, conj. Dev. nach l. Nachher bleibt conj. Dev. n. r.	Blutherde im r. Thalamus, auf die Caps. int. übergreifend; kleiner Herd im Zentrum ovale und Herde im Occipital-Lappen, alles r.	
5. ROUSSY und GAUCKLER	Rev. Neur. 1904, S. 764	Nach Apoplexie Kopf n. R. gewendet, keine Nackensteifigkeit, Augen nach L.	Nuszgrosze Blutung vom l. Thalamus bis Nuc. lentiformis	
6. K. SCHAFFER	Neurol. Zentr. Bl. 1904, S. 1026	Conj. Dev. n. r.; l.-seitige epil. Anfälle mit ruckweisen Augenzuckungen n. l.	r. Putamen verödet: Pallidum verschwommen durch luetischen Prozess. Entmarkung des R. Frontalhirns	
7. C. DAVISON und GOODHART	Arch. of Neurol. 1931, I, S. 87	Anfälle von conj. Dev. n. r. Sonst lateraler Nystagmus beim Sehen n. r., und rotat. Nystagmus beim Sehen n. l.	Ausser Herd im R. Thalamus auch Herde in dem cerebralen Cortex L. Keine Data über das Striatum	

GUILLAIN [1]), wo ausschlieszlich Abweichung entweder der Augen oder aber des Kopfes beobachtet wurde. SPITZER hat ebenfalls auf diese Trennbarkeit hingewiesen und auch ROHMER [2]). Übrigens hat LANDOUZY [3]) schon den eindringlichen Beweis geliefert, dasz zeitweilig eine konjugierte Deviation nach einer Seite durch Blutung verursacht werden und

[1]) MARIE und GUILLAIN: Rev. Neur., 1902, S. 281.
[2]) ROHMER: Rev. Neur., 1912, I, S. 346.
[3]) LANDOUZY: Progrès médicale, 1879, S. 739 ff.

dann bald von konjugierter Deviation nach der anderen Seite als Ausfallserscheinung abgelöst werden kann, wenn die Blutung das Zentrum vernichtet hat.

Der Tabelle habe ich die Fälle SCHAFFERs und DAVISONS, GOODHARTS eingegliedert, weil sie angeblich auf einem Krampf der Augenseitwärtswender beruhen. Weil die anatomischen Veränderungen in diesen Fällen multipel sind, und auch epileptische Anfälle das klinische Bild komplizieren, wollen wir uns an dieser Stelle auf den Hinweis einer gewissen Verwandtschaft der hier beobachteten Deviationskrämpfe mit postencephalitischen Blickkrämpfe (S. 424) beschränken.

Summa summarum, wenn wir kritisch die vorliegenden Fälle betrachten und dabei die Fälle mit einander folgenden Reiz- und Ausfallserscheinungen und auch diejenigen Fälle ausschlieszen, bei welchen die entgegengerichtete Kopfstellung mit Krampf- oder Kontrakturstellung der contralateralen Körperhälfte einherging [1]), bleiben uns nur der Fall ROUSSY, GAUCKLER und ein Fall KOOYKERs, welche die gleichzeitigen Dissoziation der Kopf- und Augenbahnen (gleichzeitige Reizung der einen, mit Vernichtung der anderen) beweisen sollen. Im groszen Ganzen bestätigen unsere Befunde die alten Lehrsätze LANDOUZYs und GRASSETs: ein Groszhirnkranker sieht seinen Herd an, falls der Herd ein *lähmender* ist, guckt aber nach den (gelähmten) Extremitäten, wenn der Herd als *reizender* Prozesz wirkt. Umgekehrt ist es mit den Ponsherden. Was wir unsererseits auf der Basis anatomisch-physiologischer Beweisführung versucht haben, ist, diesen Leitsätzen eine feste anatomische Grundlage zu verschaffen.

§ 8. *Negative und unreine Fälle.*

Nachdem wir jetzt für die horizontale Augenablenkung beim Menschen die aus der Anatomie und Physiologie erschlossene Gültigkeit der Richtlinien an Krankheitsfällen dargetan haben, so dasz man, wie ich glaube, jetzt von einer anatomo-physiologisch begründeten Lehre der horizontalen Blickbewegungen sprechen kann, liegt es uns ob, gesondert nachzuprüfen, ob es klinische Fälle gibt, die nicht in das Schema passen, und die als „Versager" der neuen Lehre widersprechen. Unter diese „Versager" fallen aber, soweit mir bekannt, ausschlieszlich Fälle mit multiplen komplizierten anatomischen Läsionen, wie der erste Fall BLEULERs [2]), die Fälle POROTs [3]), BRAMWELLs [4]), RAYMONDs und CESTANs [5]), MARIEs

[1]) Dasz nicht nur JACKSON-Anfälle, die von dem motorischen Cortex, wie auch von der temporalen Gegend ausgelöst werden, mit konjugierter Deviation nach der krampfenden Seite einhergehen, ohne (?) Beteiligung des Striatums, beweist der Fall HERTZ und BENDERs (Rev. Neur., 1901, S. 614). Übrigens hat FERRIER schon mit faradischer Reizung der temporalen Windungen, wohl als auditive Reflexbewegung, konjugierte Deviation beobachtet.

[2]) BLEULER: Deutsch. Arch. f. Klin med., Bd. 37, S. 531.

[3]) POROT: Rev. Neur., 1906, S. 1098.

[4]) BRAMWELL: Edinburg, Med. Jnl., 1909, S. 132.

[5]) RAYMOND und CESTAN: Rev. Neur., 1901, S. 870.

und MOUTTIERs [1]) und TOUCHEs [2]). In diesen Fällen waren anscheinend die H.L.B. nicht unterbrochen, sondern eher durch Blutung gereizt. Auch in SPILLERs Fall, wo die mikroskopische Untersuchung des Gehirns unterblieb, scheint mir die konjugierte Deviation viel eher auf eine Reizung durch die frische Blutung im Striatum zurückzuführen zu sein als auf die beschränkte Blutung im Kleinhirn. Weiter möchte ich als unrein einzelne Fälle ansehen: von SIEMERLING, DUPRÉ und CAMIS [3]); WINKLERs [4]) Patienten, bei dem anscheinend Reizungszustände sowohl im Gebiete des VI-Kerns als des H.L.B. angenommen werden müssen; SHARKEYS [5]) und FREYs [6]) Fälle, bei welchen ausgedehnte Herde einerseits die Deitersgegend (u.a. VAN GEHUCHTENs jüngster Fall [7])), deren Läsion bei allen Versuchstieren Manegebewegung nach der kranken Seite hervorruft (vergl. S. 89), andrerseits die Commissura posterior einbeziehen (wir haben an einer andern Stelle (§ 2, S. 102) gezeigt, dasz in diesen Gegenden die Bahnen für die Lokomotion und Augenbewegung in den horizontalen und frontalen Ebenen teilweise kreuzen, wie es auch die Versuche lehrten). In vielen Fällen war die anatomische Untersuchung zu dürftig, in anderen Fällen war kein Unterschied gemacht zwischen horizontaler Ablenkung und Rollstellung (S. 163, u.a. CROHN [8]). Ich habe nicht nur kein positives Material gefunden, welches meiner Deutung der Zwangsstellungen selbst (konjugierte Deviation) widerspricht, sondern auch keine Fälle, welche meiner These widersprechen: der asymmetrische Nystagmus ist als ein geringerer Grad der konjugierten Deviation zu betrachten, und dabei zeigt die langsame Komponente die Richtung der sich entwickelnden oder abklingenden Zwangsstellung an. In dieser Hinsicht ist es nicht ohne Interesse, dasz schon 1909 SAUVINEAU [9]) Nystagmus und „Lähmung" der Seitwärtswendung als verwandte Erscheinungen betrachtete und Blicklähmung und konjugierte Deviation für identische Phänomene erklärte. Ihm war aber nicht aufgefallen, dasz die Richtung der langsamen Komponente die Richtung der Zwangsstellung darstellte, und er unterschied auch nicht die Zwangsstellungen in der horizontalen und frontalen Ebene (S. 84).

Alles in allem lassen sich aus den mir bekannten negativen resp. unreinen Fällen, welche für diese Nachprüfung in Betracht kommen [10]), keine

[1]) MARIE und MOUTTIER: Iconographie, 1906, S. 368.
[2]) TOUCHE: Bull. et Mem. Soc. med. de Paris, 1902, S. 213.
[3]) DUPRé und CAMIS: Rev. Neur., 1905, S. 323.
[4]) WINKLER: Psych. en Neur., 1905, S. 323.
[5]) SHARKEY: Brain, 1894, S. 238.
[6]) FREY: Hirnpathologische Beiträge, 1913, H. 2, S. 134.
[7]) V. GEHUCHTEN: Journal Belge de Neurologie, 1933, S. 61.
[8]) CROHN: Arch. f. Kinderkrankheiten, Bd. 4, 1883, S. 92.
[9]) SAUVINEAU: Rev. Neur., 1909, S. 119.
[10]) R. HUNTs Fall (Am. Jnl. of Med. Sciences March 1904) und ZIEHENs Fall (Med. Klinik, 1905, S. 847) konnten von mir nicht konsultiert werden.

schwerwiegenden Argumente gegen die hier vorgebrachte Lehre bei bringen.

§ 9. *Die zentrifugale mesencephale Bahn für die konjugierte Deviation. Die sogenannte „Blickbahn".*

Wiederholt, unlängst noch seitens THOMAS und VAN GEHUCHTEN, ist die Frage diskutiert worden, welches Bündel man als die *absteigende motorische* Bahn für die horizontale konjugierte Deviation anzusehen habe. THOMAS glaubt, wenigstens auf Grund des menschlichen Materials, alle absteigenden langen Bahnen ausschlieszen zu müssen [1]), so dasz wir uns wiederum die Frage vorzulegen haben: Was lehrt uns das Experiment?

Hier soll zunächst ein Miszverständnis behoben werden, dadurch herbeigeführt, dasz ich in meinen Veröffentlichungen (Brain, 1914 und 1922) viel zu wenig Nachdruck darauf gelegt habe, dasz es die Läsion der *auf*steigenden Bahnen im H.L.B. ist, durch welche im Experiment und in der Krankheit die konjugierte Deviation hervorgerufen wird. Zwar wurde bezüglich der auf- und absteigenden Anteilen des H.L.B. festgestellt, dasz die einseitige Durchschneidung eines ganzen H.L.B. dieselbe Wirkung zeitige wie die Verletzung der aufsteigenden Bahn und zwar des Tr. vestibulo-mesencephalicus allein. Auf die physiologische Bedeutung der H.L.B.-Anteile bin ich damals leider nicht weiter eingegangen, obwohl ich schon damals über genügende Fälle verfügte (Stiche und lokale Verletzungen in der Gegend der Commissura posterior), aus welchen die Bedeutung des Tr. commissuro-medullaris für die Manege-, des Tr. interstitio-spinalis für die Rollbewegung unverkennbar hervorging. Dort, wo hauptsächlich der rechte Nuc. interstitialis getroffen war (erkennbar an der kompakten Entartung der Tr. interstitio-spinalis) überwog die Rollbewegung nach links. Wenn vor allem der rechte Nuc. commissurae posterioris betroffen war (erkennbar an der überwiegenden Entartung des Tr. commissuro-medullaris), zeigte das Tier vor allem Manegebewegung nach rechts. Weiter verfügte ich über einzelne Fälle, bei denen die absteigenden Fasern beider Körperhälften durchschnitten waren, mit entsprechender Entartung nach unten; in keinem dieser Beobachtungen war die Lokomotion normal geblieben, ebenso wie es auch in den publizierten menschlichen Krankheitsfällen mit doppelter Läsion des H.L.B. (u.a. Fall RAYMOND-CESTAN und SPILLERS) nur selten der Fall ist. Die Unversehrtheit der absteigenden H.L.B.-fasern der einen Seite scheint aber zu genügen, eine quasi-normale Koordination zu verbürgen (wenn auch im Sinne der obengenannten Zwangsbewegungen). Sind jedoch beide H.L.B. vollständig vernichtet, so ist nur selten — und dann anscheinend nur beim Menschen — das Gehen und Stehen möglich. Soll man nun mit

---

[1]) Zu Unrecht schlieszt THOMAS (Revue oto-neuro-ophth., 1924, S. 268) das H.L.B. als solches aus, indem er auf LONG und ROUSSYs Fall hinweist. In diesem Falle jedoch war ausschlieszlich der Tr. interstitio-spinalis entartet, vergl. S. 411.

PROBST annehmen, dasz bei Unterbrechung der Hauptbahnen die kurze Bahnen kompensatorisch in Wirkung treten können? Oder kann nur der Mensch mit seiner auszerordentlich kräftig entwickelten Pyramidenbahn den Defekt der H.L.B. kompensieren? Um eine Beantwortung dieser Fragen vorzubereiten, musz man es vor allem erreichen, dasz bei den Versuchstieren, mittels einer richtig lokalisierten Läsion, die Entartung ausschlieszlich auf die absteigenden d.h. medialsten Anteile beider H.L.B. beschränkt bleibt. Bis auf weiteres sehen wir auch beim Menschen in den Tr. commissuro-medullaris die bei dem augenblicklichen Stand unsrer Kenntnisse normalerweise vermittelnde Bahn für die horizontale Lokomotion und wenn uns auch der direkte Nachweis der Identität des menschlichen mit dem tierischen Mechanismus fehlt, so liefert doch die Literatur genug Hinweise, dasz sie besteht. Hier ist COLLIERS Fall [1]) zu erwähnen, wo eine Blutung auf der linken Seite die Commissura posterior und deshalb auch den linken Nuc. commissurae posterioris vernichtet hatte (leider unterblieb die mikroskopische Nachprüfung). Beim Leben hat die Patientin nur nach rechts sehen können, was wohl in diesem Fall einer konjugierten Deviation nach links gleichzustellen ist. Solche Fälle — wie auch diejenigen ROSSOLIMOS (S. 233) und der meinige (S. 253), wo ebenfalls mehr oder weniger konjugierte Deviation nach der Seite des geschädigten Kommissurkernes bestand, illustrieren in erfreulichster Weise die Richtigkeit meiner Annahme von der Identität des menschlichen und tierischen Mechanismus der horizontalen konjugierten Deviation der Augen — Aus dem Ausbleiben der Blicklähmung oder besser der lateralen Blickzwangsstellung nach allen andren Läsionen auszer denen des H.L.B. und des Commissurkerns in dieser Gegend kann man kaum anders als auf diese Identität schlieszen und auch darauf, dasz die Willkürbewegung entweder vom Striatum (Pallidum) oder vom Cortex über diese Bahn geleitet wird.

Einige Worte möchte ich hier noch zufügen über die von allen Autoren (WALLENBERG, BECCARI, usw.) angegebene Verbindung zwischen den III- und IV-Kernen und den aufsteigenden H.L.B.-fasern. Es kann in der Tat keinem Zweifel unterliegen, dasz beim Versuchstiere wie beim Menschen zahlreich aufsteigende vestibuläre sekundäre Fasern in den Augenmuskelkernen zu endigen scheinen. Ebenso fest jedoch steht die Tatsache, dasz man experimentell bei immer oraleren Hemisektionen des Hirnstamms bis in die Commissurgegend, genau die Stelle (hintere Commissur) angeben kann, wo die Richtung der Zwangsbewegungen sich umkehrt. Und bei allen Vertebratenklassen, von den Fischen bis zu den höchsten, kann man unter Umständen aufsteigende H.L.B.-Anteile bis in die Commissur verfolgen, allerdings nur in beschränktem Masze, infolge des an dieser Stelle eintretenden Verlustes der Markscheiden. In geeigneten Fällen kann man die Atrophie des Tr. vestibulo-mesencephalicus cruciatus durch die hintere Commissur hindurch verfolgen (Abb. 23, S. 266). Da nun der Ver-

[1]) COLLIER: Brain, 1927, S. 495.

lauf einer Reflexbahn durch die Commissur zum Nuc. commissuro-medullaris der andren Seite feststeht, kann man schlieszen, dasz zwar eine Anzahl aufsteigender Fasern mit den III-Kernen in Kontakt tritt, dasz aber der *aktiv* bei der Lokomotion und Augenbewegung wirksame Mechanismus sich des genannten, im Jahre 1914 aufgestellten Reflexkreises bedient (Vergl. S. 199).

Sehr richtig urteilt THOMAS [1]), dasz, wenn in Übereinstimmung mit den landläufigen Begriffen der eine Augenmuskelkern durch das H.L.B. in direkter Faserverbindung mit den andren stände, sicherlich Durchschneidung des H.L.B. auf die Zellen jener Kerne irgend einen Einflusz ausüben müsste. Niemals ist jedoch so etwas bemerkt worden. Auch diese Schwierigkeit wird mit meinen Annahmen hinfällig. Denn der Tr. commissuro-medullaris steht mit dem III- und IV-Kern, wie auch schon von WALLENBERG festgestellt wurde, und der Tr. interstitio-spinalis mit den III- und IV-Kern in Verbindung, genau so wie wir es angenommen hatten. Nach der hier vertretenen Lehre ist es kaum denkbar, dasz Durchschneidung des H.L.B. auf die Zellen der Augenmuskelkerne einen deletären Einflusz ausüben sollte. Von „einer" oder „der" Blickbahn zu sprechen, scheint mir nicht empfehlenswert, 1. weil man, wie wir S. 171 sahen, drei Blickbahnen zu unterscheiden hätte, 2. wegen der bestehenden Unsicherheit, ob es sich um eine cortico-thalamo-striäre, oder um eine schlichtweg striäre Bahn in den Commissurkernen handelt (Kap. 31, § 1, S. 477).

KAPITEL 19.

DIE AUGENZWANGSSTELLUNGEN IN DER *FRONTALEN* EBENE (HERTWIG-MAGENDIE'SCHE SCHIELSTELLUNG, SKEW-DEVIATION DER ENGLÄNDER) UND SEITLICHE FALLNEIGUNG (ROLLBEWEGUNG) UND VORLIEBE AUF EINER SEITE ZU LIEGEN.

§ 1. Einführung.

Gegenüber der auszerordentlichen Bedeutung der horizontalen Abweichungen finden die Zwangsstellungen in der frontalen Ebene beim Menschen weniger Beachtung, obwohl, wie wir sehen werden, unter Umständen groszer Nutzen für die Diagnose aus ihrer Beobachtung erwächst. Hier stoszen wir auf einen merkwürdigen Gegensatz in den Beobachtungen beim Menschen und bei den niederen Tieren, wenn wir bedenken, dasz wir nicht nur bei Fischen und Fröschen, sondern auch bei Vögeln und den die Wirbelsäule horizontal tragenden Vierfüszlern sahen, dasz die Rollbewegung und alles, was damit zusammenhängt, nach verschiedenen Läsionen des Hirnstamms die Manegebewegung an Wichtigkeit weit übertrifft.

[1]) THOMAS: Revue Oto-neuro-ophth., 1924.

Dasz die Rollbewegung, welche bei den die Wirbelsäule horizontal tragenden Wirbeltieren so häufig zu beobachten ist, beim Menschen fast nicht vorkäme, ist nicht richtig, wie wir Kap. 9, S. 83 und Kap. 23, § 2, S. 331 sehen. Es kommt beim Menschen sogar bei Fällen mit einem (isolierten) Herd in der Deiterskerngegend zur echten Rollbewegung; Herde, die sekundäre und tertiäre supra-vestibuläre Neuronen betreffen, zeigen nur, was in den von uns aufgestellten Leitsätzen (S. 117) bereits betont worden ist, das wenig auffallende Symptom der seitlichen Fallneigung.

Obwohl schon PRÉVOST und KOOYKER auf die Häufigkeit der Kopfneigung nach der gelähmten, hirngesunden Seite hingewiesen haben, und jede Krankenpflegerin weisz, dasz die hemiplegischen Apoplektiker die Tendenz zeigen nach der gelähmten Seite zu fallen — was dann irrigerweise auf die Lähmung der unteren Extremität geschoben wird (S. 76) — hat man diesem Symptom unter dem Gesichtspunkt der Zwangsbewegung noch kein besonderes Studium gewidmet, und noch weniger die Fallneigung nach der Seite mit der HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung in Zusammenhang gebracht, eine Beziehung, welche doch fast bei jedem Versuchstier mit Läsion des Inhalts der hinteren Schädelgrube ins Auge springt. Kurz, es gibt genug Beweggründe für uns zu fragen: was findet man beim Menschen noch von dem Syndrom der Rollbewegung vor? Kann man dieses Kaum-mehr-vorkommen eines in früheren Entwicklungsstadien so überaus wichtigen Syndroms erklären? Welche klinisch-diagnostische Bedeutung kommt den Resten des Syndroms beim Menschen zu?

§ 2. *Die* HERTWIG-MAGENDIE'*sche Schielstellung.*

Zunächst stellen wir fest, dasz diese Schielstellung zweifellos die gleichen Merkmale der Augenablenkung besitzt, die wir von den Fischen aufwärts bei allen Wirbeltieren als ein Begleitsymptom der typischen Rollbewegung kennen lernten. Das Auge der Seite, nach welcher die Lokomotion durch die Rollung geschieht, ist nach unten auszen, das contralaterale nach oben innen gerichtet. Auch sind die Augen im Sinne der Rollung um ihre Sehachse im gleichen Sinne gedreht, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man der Katze oder dem Kaninchen vorher eine Iridektomie anlegt, und vor und nach der Operation in der Vestibulargegend photographiert [1]) (Abb. 13 a und b, S. 1203. Es kann kaum einem Zweifel unterliegen, dasz diese Rollbewegung und die damit verbundene zugeordnete Augenbewegung eine wichtige Rolle für die Erhaltung des Gleichgewichts und des Gesichtsfeldes spielen, denn bei Schildkröten und Plattfischen mit recht wenig in der frontalen Ebene gefährdetem Gleichgewicht fanden wir sowohl Rollbewegung als auch Augenzwangsstellung viel weniger ausgesprochen.

Beim Menschen scheint das Symptom zu gleicher Zeit von HERTWIG

---

1) MUSKENS: Mededeeling Kon. Akademie, 1902, und Jnl. of Physiology, Vol. 31, 1904, S. 203.

und MAGENDIE (nach HUNNIUS) 1826 und 1827 bei am Kleinhirn operierten Tieren beobachtet worden zu sein. Es ist wohl nicht richtig, wenn SUGAR [1]) das Vorkommen der Deviatio „verticalis" beim Menschen leugnet, wenn auch zuzugeben ist, dasz das Syndrom beim Menschen oft nur teilweise vorhanden, oft nur angedeutet ist. Auch hat BARTELS während einer Mittelohrentzündung bei sich selbst schnell vorübergehende vertikale Doppelbilder beobachtet, Gradenigo bei verschiedenen Fällen von Otitis, und KÖLLNER, WODAK [2]) und OHM äuszern sich dahin, dasz jedes Labyrinth die Neigung hat „das gleichseitige Auge nach oben, das entgegengesetzte nach unten zu bringen". Das Interesse an dem Phänomen war zunächst nur unter den Physiologen lebhaft: erst später erlangte es eine, übrigens beschränkte, klinische Bedeutung.

LONGET hat ebenfalls beim Tiere nach Kleinhirneingriffen bemerkt, dasz die abnorme Stellung zunächst eine konjugierte Deviation ist und beim Abklingen einem entsprechenden rotatorischen Nystagmus Platz macht. Die genannten Autoren, sowie auch SCHIFF, CURSCHMANN, SCHWARTZ, HITZIG, waren alle der Meinung, dasz das Wesentliche die Verletzung des mittleren oder des hinteren Kleinhirnstiels war, und erst BIEHLs Beobachtungen am Schafe (Reizversuche der N. vestibulares [3])) vermochten Zweifel an dieser Beziehung zu erwecken. Die Tatsache, dasz man mittels strenger aseptischer Operation grosze Teile des Kleinhirns abtragen kann, ohne, bei vorsichtiger Behandlung der Vestibulargegend, eine Spur von Rollbewegung und Schielstellung hervorzurufen [4]), schlieszt wohl das Cerebellum als Grundlage für diese Zwangsbewegungen aus. Während SCHIFF, FERRIER und ADAMUK (durch ihre Reizexperimente am Hirnstamm — wohl durch Reizung des H.L.B. —) und die zahlreichen Labyrinthforscher (CYON, EWALD) die gleiche Kombination von Erscheinungen beobachteten, sind in der klinischen Literatur die einschlägigen Beobachtungen nur spärlich geblieben.

BERNHARDT [5]) sah Rollbewegungen und die Schielstellung bei einem Blutergusz in der Deitersgegend, SACHS [6]) hat die kompensatorische Gegenrollung der Augen bemerkt, die auftritt, wenn man den Kopf nach einer Schulter hinneigt, und die übrigens schon von Ophthalmologen studiert worden war (vergl. S. 109), KNOLL [7]) hat die m.A.n. nicht genügend begründete, später von VOGT, PÖTZL und SITTIG, CAUDERS u.a.

---

[1]) SUGAR: Monatsschr. f. Ohrenheilk., Bd. 56, 1922, S. 720.

[2]) WODAK: Monatsschr. f. Ohrenheilk., 1922, S. 841.

[3]) BIEHL, Obersteiner Arbeiten, 1907, S. 73, bemerkte u.a., dasz — wie übrigens erwartet werden konnte — die Augenschielstellung im Falle der Reizung des Nuc. vestibularis im Sinne einer Rollung nach der gesunden Seite, im Fall seiner Durchschneidung im Sinne einer Rollung nach der *kranken* Seite stattfindet.

[4]) MUSKENS: Brain 1914, S. 378.

[5]) BERNHARDT: Berliner klin. Wochenschr., 1872, S. 485.

[6]) SACHS: Wiener klin. Wochenschr., 1901, S. 278.

[7]) KNOLL: Sitzungsber. der KK. Akad. Wien, XCIV, Bd. III, 1886.

vorgebrachte Meinung gehegt, auch Reizung des Cortex könne die Schielstellung veranlassen[1]). Wenn er die rechte Hemisphäre elektrisch reizte, bewegte sich das rechte Auge nach Kiefer und Nase, das linke Auge nach Stirn und Schläfe hin. Soweit meine Beobachtungen gehen, hat man diese Rollneigung nach der kranken Seite durch faradisieren der Hirnrinde als ein Reizsymptom des Pallidums, vielleicht auch des Nuc. interstitialis, zu betrachten. Nachdem von mir [2]) die starke Schielstellung des Kaninchens mit den gesonderten Gesichtsfeldern und den stark lateral gerichteten Augen dieser Tiere in Verbindung gebracht worden war, wurde von CLARKE [3]) ebenso wie früher von R. RUSSELL [4]) die Aufmerksamkeit darauf gerichtet, dasz in der Narkose bei höheren Säugetieren die Schielstellung öfters gesehen wird.

Gelegentlich veröffentlichte klinische Beobachtungen über Rollbewegungen, Rollstellung und HERTWIG-MAGENDIE'sche Schielstellung [5]), durch Oblongataherde, zeigten, dasz es mittels klinischer Beobachtungen nicht möglich ist, zu einer Lokalisation des Rollsyndroms zu kommen.

MAC. GREGORs Patient (Herd rechts) hatte den Kopf zur rechten Schulter geneigt, dabei das Gesicht nach links gewandt. VON RADs Patient taumelte nach der kranken Seite und hatte gar keine Augenbewegungsstörungen. OPPENHEIM [6]) führte die Augenschiefstellung und die besondere Kopfdrehung bei Kleinhirnkranken zurück auf einen automatischen Versuch des Kranken, die Stellung einzunehmen, in welcher er am wenigsten Schmerz spüre, ebenso wie später STENVERS die Meinung äuszerte, die besondre Kopfstellung liesze den Liquorstrom unbehelligt. Schlieszlich wurde von BING und SCHWARZ und verschiedenen französischen Forschern (Kap. 28, § 3, S. 425) die Schielstellung in Fällen von postencephalitischem Parkinsonismus beobachtet. POSTON [7]) sprach in solchen Fällen von Encephalitis vestibularis. PÖTZL und SITTIG beschrieben nicht nur das Vorkommen des Symptoms unter dem Einflusz von Ohrenleiden, sondern haben auch bemerkt, dasz das Hinfallen in der Richtung der Augenzwangsstellungen stattfand, und dasz die betreffenden Kranken „Vorbeizeigen" im Sinne der Zwangsbewegung ausführten. Interessant ist auch die Beobachtung dieser Autoren an einer Kranken mit Encephalitis haemorrhagica und Blutergusz in der Gegend der Commissura posterior, wo Kaltspülung des Ohres keine seitliche Abweichung, sondern blosz HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung zeitigte, woraus sie den richtigen, mit meinen Beobachtungen

---

1) Auch nicht durch die rezenten Beobachtungen SPIEGELs (Arch. of Neurol. and Psychiatry, 1934, V. 31, S. 469.

2) MUSKENS: Jnl. of Physiologie XXXI, 1904, S. 214.

3) CLARKE: Brain 1908, S. 138.

4) R. RUSSELL: Jnl. of Physiol., XVIII, 1894.

5) MAC. GREGOR: Lancet 1886, II, S. 1127, VON RAD, München, Med. Woch. Schr.. 1903, THOMAS, Rev. neur. loc cit.

6) OPPENHEIM: Lehrbuch 1913, II, S. 1181.

7) POSTON: Brain, 1931.

(S. 103) übereinstimmenden Schlusz zogen, dasz im Mittelhirn ein „Knotenpunkt" für die HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung vorhanden sein müsse. Auch LEYSER [1]), und OLOFF und KORBSCH [2]), wohl ohne Kenntnis meiner Arbeiten aus den Jahren 1914 und 1922, kamen zur Ansicht, dasz das Schielen ein supra-nucleäres Symptom sei und etwas mit dem H.L.B. zu schaffen habe. Interessant ist die Bemerkung der letzteren Autoren — weil sie damit vollständig meine 1914 gemachten Beobachtungen bestätigen — dasz eine Läsion der Vestibulargegend zugleich seitliche horizontale Deviation (nach der Seite der Läsion) veranlasse.

A. BIELSCHOWSKY hat für einige Fälle angeblich einseitiger Vertikalbewegungen der Augen den Nachweis geliefert, dasz der Wille nur auf den motorischen Apparat des Augenpaares zu wirken vermag.[3]) Nach den obigen Auseinandersetzungen hat man es in solchen Fällen mit einer willkürlichen Auslösung der HERTWIG-MAGENDIE'schen Schielstellung zu tun.

Wir kommen also zum Schlusz, dasz die HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung sowohl Ausfall- als Reizungssymptom (CLAUDE und VALENSI) sein kann, dasz sie durch Läsion der Deitersgegend (PURVIS STEWART) zustande kommt, aber auch, sowohl experimentell als in klinischer Beobachtung, von mehr oralen Gebilden (Commissurgegend, Pallidum) abhängig sein kann. CESTAN und HOORENS wollen beim Affen diese konjugierte Deviation durch Reizung der Deitersgegend gesehen haben, und AYALA [4]) hat (vergl. seinen ausgezeichneten Referat) bei einer Groszhirn-(wohl Striatum-)kranken, Rollneigung mit Schielstellung im gleichen Sinne beobachtet. Die von mir beschriebene Abhängigkeit des Grades der HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung und des dazu gehörigen rotatorischen Nystagmus von der Lage des Kopfes [5]) im Raume, ist von THOMAS bestätigt worden, welcher [6]) bei mehreren Fällen von Syringomyelie bemerkte, dasz der nach rechts gerichtete (horaire-schnelle Phase) rotatorische Nystagmus heftiger wird, wenn der Kranke auf die linke Seite gelegt wird und umgekehrt. Versucht der Kranke in der der Zwangsstellung entgegengesetzten Richtung zu sehen, so wird der Nystagmus noch heftiger. Dasz dieser Beobachter zwischen dem lateralen und dem rotatorischen Nystagmus scharf zu scheiden wuszte, erhellt aus seiner Bemerkung, dasz während der Kaltspülung der rotatorische Nystagmus den horizontalen überwiege. Er fügt hinzu: „l'énigme du Nystagmus n'est pas encore déchiffré".

Schlieszlich erkennen wir in der HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung eine

---

[1]) LEYSER: Monatschr. f. Psych., Bd. II, 1922.

[2]) OLOFF und KORBSCH: Arch. f. Psych., Bd. 79. 1926, S. 200.

[3]) A. BIELSCHOWSKY: Zeitschr. f. Augenheilk., XII, 1904, S. 545.

[4]) AYALA: Rev. oto-ophth. Neur., VIII, 1930, S. 652.

[5]) MUSKENS: Jnl. of Physiol., 1907, S. 218.

[6]) Man wird sich erinnern, dasz, wenn der asymmetrische, d.h.vestibuläre oder supra-vestibuläre Nystagmus einer Zwangsstellung der Augen vorausgeht, die Richtung der langsamen Phase diejenige der späteren Zwangsstellung ist.

konjugierte Deviation, welche — ursprünglich von gleicher Bedeutung [1]) wie die horizontale — infolge verschiedener Umstände, Verschmelzung der Gesichtsfelder, ausgiebiger Konvergenz, Entwicklung des Hirncortex und vor allem des Aufrechtgehens, an physiologischer Bedeutung beträchtlich eingebüszt hat. Es liegt uns ob, nachzusehen, welches Los die anderen Teile des ehemals so wichtigen Syndroms der Rollbewegung, das Liegen auf der Seite und das Umfallen nach der kranken Seite (bei einem lähmenden Herde) erlitten.

§ 3. Seitliche Fallrichtung und Vorliebe auf einer Seite zu liegen.

Das vollständige Syndrom der Rollbewegung nach Mittelhirnläsion umfaszt, wie wir gesehen haben, weit mehr als BOYCE [2]) festgestellt hat; nämlich: Rollneigung z.B. nach rechts (vom Standpunkt des Tieres selbst, in seiner ursprünglichen Lage beurteilt), die vertikale-diagonale Schielstellung HERTWIG-MAGENDIEs mit entsprechender Achsendrehung der Augäpfel (rechtes Auge nach unten, linkes Auge nach oben gerichtet). Beim Abklingen des Syndroms finden wir anstatt Schielstellung rotatorischen Nystagmus mit langsamer Komponente im Sinne der Rollung und Fallneigung nach rechts. Eine Vorliebe auf der rechten Seite zu liegen, bleibt am längsten bestehen.

Während noch nach der Jahrhundertwende die meisten Physiologen der Meinung waren, dasz das vollständige Syndrom der Rollbewegung, wenn es kurze Zeit nach einem Eingriff am lateralen Kleinhirn [3]) beobachtet wurde, ein richtiges Kleinhirnsymptom sei, wurde es bald klar, dasz wir darin ausschlieszlich ein vestibuläres Syndrom zu sehen haben, und dasz dieses Syndrom einigermaszen entstellt und öfters unvollständig auch beim Menschen bei peripheren (vestibulären) und zentralen (supravestibulären) Leiden eine diagnostische Bedeutung [4]) hat. Ich war daher auch nicht wenig erstaunt, als BARANY 1909 (auf dem Budapester Kongresz [5]) und anderswo ein Gesetz gefunden zu haben behauptete, nach welchem die Fallrichtung dem schnellen Ruck des rotatorischen Nystagmus entgegengesetzt sei. Denn schon längst war uns geläufig, dasz der langsame Ruck die Richtung der noch nicht oder nicht mehr manifesten

---

[1]) Man kann mit Recht annehmen, dasz bei Tieren wie dem Kaninchen, bei welchem sich die Stellung des Kopfes in der frontalen Ebene in jedem Augenblick ändert, die kompensatorischen Bewegungen in der frontalen Ebene eine weit gröszere Rolle spielen als diejenigen in der horizontalen Ebene.

[2]) Dieser Autor (Phil. Transactions, Vol. 186, 1895, S. 361) bemerkte, dasz nach Abtragung einer Hemisphäre bei Katzen das Tier „the half of the face on the operated side upward" wendet. Auch fielen ihm die Rollbewegungen nach der gesunden Seite auf, er meinte aber „it would be difficult to attempt an explanation of this phenomen".

[3]) z.B. Flocculusabtragung. Vergl. meinen Versuch Jnl. of Physiol., V, 31. S. 218, 1904.

[4]) Vergl. Brain 1914, S. 418.

[5]) BARANY: XVIme Congrès internat. de Méd., 1909, Section XVI, S. 565.

Zwangsbewegung vertrete. Fallrichtung im Sinne des langsamen Ruckes des Nystagmus und Fallrichtung dem schnellen Ruck entgegengesetzt ist deshalb blosz eine Tautologie, ebenso wie BARRÉs Bemerkung, das vestibuläre Leiden rufe Zwangsstellung und Vorbeizeigen nach der einen Richtung hervor, Nystagmus — d.h. den schnellen Ruck — nach der anderen Seite; und ebenso SPIEGELs Beobachtung „Der Nystagmus (d.h. der schnelle Ruck) ist zu der normalen Augenstellung hin gerichtet.[1])".

Die Richtung des Fallens bei geschlossenen Augen steht ausschlieszlich in Übereinstimmung mit der Stellung des Kopfes im Raume; an Tieren hatte übrigens schon HOGYIES analoge Beobachtungen gemacht.

Dasz übrigens die Fallrichtung und zwar nach der kranken Seite, welche bei den Versuchstieren nach irgend einem Eingriff in die hintere Schädelgrube so regelmäszig zu beobachten ist, klinisch so wenig diagnostische Bedeutung gewonnen hat[2]), liegt wohl an zwei Umständen: 1. weil man der Gesetzmäszigkeit der Fallrichtung je nach der Stelle der Läsion in den verschiedenen Teilen des Hirnstammes nicht gewärtig war und 2. vor allem auch, weil die Komplikationen bei der häufigsten Erkrankung dieser Gegend (Tumor, extra- und intra-cerebellar) zu vielfach sind um das Symptom — ebenso wie die Kopfhaltung — diagnostisch wertvoll werden zu lassen. Erstens haben wir es hier infolge der Druckverhältnisse mit nebeneinander vorkommenden Reizungs- und Lähmungserscheinungen zu tun, und zweitens müssen wir nicht nur der einseitigen, sondern auch der, z.B. durch Druckerhöhung, doppelseitigen Wirkung auf den sehr empfindlichen N. vestibularis und auf die Medulla oblongata Rechnung tragen. Wenn man dann noch in Betracht zieht, dasz man das Rollen des Tieres, welches die Wirbelsäule horizontal trägt, nicht einfach der entsprechenden Bewegung des Menschen gleichstellen kann, welcher die Wirbelsäule vertikal trägt, und bei welchem sicher gründlich geänderte Mechanismen vorliegen müssen, dann stellt sich heraus, dasz unter diesen Umständen kaum eine Möglichkeit besteht, zu einem endgültigen Resultat zu gelangen. Dazu kamen noch merkwürdige Miszverständnisse, sobald man beim Tiere die Richtung des Rollens auf die des Fallens beim Menschen übertragen wollte (SERGI[3])).

Die eigentümliche Kombination der Rollbewegung und des seitlichen Hinfallens beim Menschen, welche beim Versuchstiere so klar und eindeutig identische, nur dem Grad nach verschiedene Erscheinungen sind, wird am besten durch THOMAS' Kranken mit linksseitigen Kleinhirnsymptomen demonstriert. „Der Kranke fiel öfter nach links um, wobei

---

[1]) SPIEGEL: Arch. of Otolaryngology, V. 17, 1933, S. 316.

[2]) Namentlich die bei den Versuchstieren so regelmäszig zu beobachtende Kombination von konjugierter Deviation nach der gesunden mit Fallneigung nach der kranken Seite nach vollständiger Durchschneidung eines H.L.B. ist in den betreffenden klinischen Fällen, wie es scheint, eine Seltenheit, u.a. im Falle CLAUDEs, SCHAEFFERs und ALAJOUANINEs Rev. Neur. 1922, II, S. 1003).

[3]) SERGI: Rivista di freniatria, V. 39, 1903, S. 125 und TURNER: Brain 1884.

sich die rechte Schulter nach hinten drehte". Hier haben wir wie beim Tier: Rollen nach links (die Richtung wird beurteilt, indem man den Kranken in Vierfüszlerstellung denkt) und Fallen nach links. Wenn man dagegen mit SERGI die Rollung der Kranken in Rückenstellung im Bette, wobei das Gesicht sich nach rechts wendet, Rollung nach rechts nennt, kommt man nicht aus den Schwierigkeiten heraus. Will man den vollen Nutzen aus dem vorliegenden Versuchsmaterial ziehen, so bleibt nichts andere übrig als den Menschen immer in die Vierfüszlerstellung zurückzudenken.

Warum sind wir zu diesem Umweg gezwungen? Weil es sich herausgestellt hat, dasz die Klinik an sich die verwickelten Verhältnisse, Resultat der ewigen Verwechslung der Rollbewegung und Manegebewegung, sowohl was betrifft ihre Einflüsse auf die Körper- als auch auf die Augenbewegungen und Extremitätenstellungen, nicht bewältigen kann. Wenn wiederum THOMAS [1]) seinen Soldaten mit Verletzung des linken Kleinhirns demonstriert, der nach einem Jahre noch Neigung hat, sich nach rechts um seine Achse zu drehen, zeigt er tatsächlich die Rollbewegung nach links an als Folge der Verletzung der linken Vestibulargegend. Des Autors Erklärung: „l'inégalité de l'état sthénique des muscles" erscheint von unsrem Standpunkt vollständig überflüssig und dabei unrichtig. Wenn GERSTMANN [2]) einen ähnlichen Fall zeigt mit Fallneigung nach links und Uhrzeigerbewegungen nach rechts, so musz man auch hier sich den Kranken in Vierfüszlerstellung vorstellen, um zu bemerken, dasz er einfach, in völliger Übereinstimmung mit dem Tierversuch, Rollbewegung nach links zeigt. Wenn weiter BRUCE [3]) erklärt: Falls auf einer Seite der rechte Nuc. Deiters lädiert ist, fehlen die normalen Reize dieses Kerns auf die Augenbewegungskerne und die Vorderhörner derselben Seite und die rechten unteren Extremitäten müssen nachgeben (deshalb Fall nach rechts) und es entstehen Oscillationen der Augen, — dann ist eine solche grob vereinfachende Auffassung unzulässig, schon deshalb, weil wir es bei allen diesen Bewegungserscheinungen mit doppelseitigen Muskelaktionen zu tun haben (SHERRINGTON, TOPOLANSKI, BARTELS). Wie bekannt, hat schon PROBST und viel später MORGAN dem Tr. vestibulo-spinalis eine Funktion

[1]) THOMAS: Comptes rendu de la Soc. de Biol., S. 53.

[2]) GERSTMANN: Arch. f. Psych., Bd. 76, 1926, S. 635. HOFF und PÖTZLs Fall (Jahrb. f. Psych., 1932, S. 249) kann in dieser Beziehung für einen Vergleich nicht in Frage kommen: denn der Fall ist unklar, weil auch im rechten Groszhirn ein Herd gefunden wurde, mit Beteiligung des rechten Striatums und dadurch bedingter Manegebewegung nach rechts. Um das Fallen eines Patienten mit einem Dentatumherd nach der kranken Seite zu erklären, braucht man weder INGVARs Rotkerndentatum-Ring noch RHESEs Fallrichtungsbahnen heranzuziehen, da es mit der Erfahrung übereinstimmt, dasz nicht nur ein Herd in der Deitersgegend, sondern auch in deren Verbindungen mit dem Dentatum seitliche Fallneigung hervorzurufen imstande ist. Dasz der gezahnte Kern weder für die Fallrichtung noch für die konjugierte Deviation ein wichtiges Zentrum ist, zeigen auch klinische Erfahrungen schon seit DEMANGE Rev. de med., 1883, III, S. 371) und TOUCHE (Archives gen. de Med. 1899 und 1900).

[3]) BRUCE: Transactions Edinb. Med. Soc., 1899.

im Sinne der Rollbewegung, SPIEGEL, FULTON, LIDDELL und MC. RIOCH der Enthirnungsstarre verleihen wollen, eine Ansicht, die durch meine Versuchsresultate nicht regelmäszig bestätigt wird, und auch deshalb wahrscheinlich nicht zutrifft, weil das genannte vorliegende Versuchsmaterial uns lehrt, dasz es nur oder hauptsächlich die einseitige Läsionen der aufsteigenden sekundären vestibulären Bahnen sind, die für das Auftreten der Zwangsbewegungen verantwortlich zu machen sind.[1])

§ 4. Läsion des Nuc. interstitialis und seiner pallidären Verbindungen beim Menschen. Diagnostik der Schläfenlappentumoren.

Da wir aus dem Experiment wissen, dasz sich die Richtung der Rollbewegung, welche durch Verletzung der lateralen Abschnitte des H.L.B. im Hirnstamm nach der *kranken* Seite entsteht, bei einer Läsion oral von der Commissura posterior *umkehrt,* darf man erwarten, dasz beim Menschen ein Herd in dieser Gegend, welcher den Nuc. interstitialis und dessen Verbindungen mit dem Pallidum unterbricht, Rollbewegung, Fallneigung, HERTWIG-MAGENDIE'sche Schielstellung und entsprechenden Nystagmus in umgekehrter Richtung (d.h. nach der gesunden Seite) hervorruft. Die Torsionen des Kranken THOMALLAs, der Hemiballisten JAKOBs, auch in Fällen, wie denen von GERSTMANN, HOFF und SCHILDER[2]), sind danach zu beurteilen. Voraussetzung für die klinische Analyse solcher Kranken ist aber, dasz man scharf voneinander trennt: die Zwangsbewegung in der *horizontalen* Ebene nach der kranken Seite (bei einem supratentoriellen Tumor), d.h. Manegebewegung und entsprechend horizontale konjugierte Deviation von Kopf und Augen, einerseits, von der Zwangsbewegung in der *frontalen* Ebene nach der andren, nicht geschädigten Seite: Rollen und Fallen, HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung der Augen und rotatorischen Nystagmus nach der gesunden Seite andrerseits.

FALKIEWITZ' und ROTHFELDS Fall[3]) mit encephalitischen Veränderungen besonders des rechten Pallidums, der Rollen nach links (in Bettlage nach rechts) zeigte, entspricht ganz dem, was man erwarten konnte und wurde schon in § 5, S. 203 erwähnt. Dasselbe gilt für ZINGERLEs Beobachtung (Gliom-Exstirpation in der linken Supramarginalgegend, mit Fallen nach rechts und nach hinten), sowie auch für SIMONS' Beobachtungen an Hemiplegikern und für die GOLDSTEINs und RIESEs, sowie FISCHERs und WODAKs über die seitliche Fallrichtung der Apoplektiker (S. 76, 88, 210).

Die Beurteilung mesencephal und striär lokalisierter Herde in ihrer gleichzeitigen Wirkung auf die in der horizontalen und auf die in der frontalen Ebene erfolgenden Körper- und Augenbewegungen ist wohl nie

---

[1]) Man denke an den Grundversuch: Durchschneidung des gesamten H.L.B. (mitsamt den absteigenden Bündeln) der einen Seite zeitigt den gleichen Effekt wie Durchschneidung der aufsteigenden Bündel (S. 90).

[2]) HOFF und SCHILDER: Allgem. Zeitschr. f. Neur. und Psych., Bd. 96, 1925, S. 684.

[3]) FALCKIEWITZ und ROTHFELD: Nervenheilk., Bd. 85, 1925.

eine leichte Sache, aber wenn man diese beiden Störungen in zwei Ebenen nicht streng scheidet und sie nicht dauernd mit den Ergebnissen bei den Versuchstieren vergleicht, so erscheint die Aufgabe unlösbar. Die Tabelle III, S. 203 gibt nur einzelne Beispiele. Zweifellos wird man vom Zeigeversuch (WODAK und FISCHER [1]), KLESTADT und ROTTER [2])) unter Umständen Nutzen haben können, wenn man leichtere Störungen in diesen beiden Ebenen feststellen will, und zwar wird horizontales Vorbeizeigen als eine leichtere Manifestation der Zwangsbewegung in der horizontalen Ebene, ein im Sinne einer Rotation gerichtetes Vorbeizeigen als eine Bewegungsandeutung im Sinne der Rollung gelten können. In dieser Hinsicht wird man aber noch mehr Material zusammenbringen müssen, wie UDVARHELI [3]) forderte u.a. Wenn man die von BECHTEREW, SPIEGEL und DEMETRIADES betonte starke Neigung zur Kompensation, welche wohl nicht nur den primären, sondern auch den sekundären und tertiären vestibulären Kernen innewohnt, berücksichtigt, wird man sich hüten, allzu hohe Erwartungen in dieser Hinsicht zu hegen. Doch sind die supravestibulären Abweichungen: seitliche Fallrichtung und Neigung auf einer Seite zu liegen und vollständige oder unvollkommene HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellungen, ebenso streng gesetzmäszig in ihrem Auftreten wie die konjugierte Deviation in der horizontalen Ebene. Wenn man die anatomisch gut beschriebenen Resultate PROBSTs, oder ECONOMOs oder ROTHMANNs, ROUSSYs, QUENSELs, BESTAs, POLIMANTIs oder MORGANs daraufhin nachprüft, wird man vergebens nach Ergebnissen fahnden, welche zu der hier vorgetragenen Lehre im Widerspruch stehen. Die Serie der Beobachtungen ROUSSY [4]) aus FR. FRANCKs Laboratorium und P. MARIEs Klinik ist deshalb genauer nachzusehen, weil hier neben Affen und Hunden mit gut durch Bilder verdeutlichten Läsionen des Thalamus opticus auch Bicêtrekranke sich finden, die einen Herd in der Gegend der hinteren Commissur aufwiesen, u.a. auch ein Fall (Kaiser), dessen Nervensystem mit Osmiumsäure gefärbt wurde, und der so sich für Vergleiche mit den Versuchstieren sehr eignete. Für unsren Zweck ist zu bedauern, dasz weder bei den Versuchstieren noch bei den Kranken die seitliche Fallrichtung erwähnt wird.

Affe Nr. 1. In diesem Fall ist zweifellos der Kern der hinteren Commissur verletzt worden, während der Nuc. interstitialis frei blieb. In Übereinstimmung damit ist, dasz ausschlieszlich rechts der Tr. commissuro-medullaris entartet ist, und ebenso, dasz das Tier 2 Wochen Manegebewegung und Vorliebe nach rechts zu gehen gezeigt hatte.
Katze Nr. 2. Hier ist der Globus pallidus (pars lateralis) getroffen und dazu der linke Nuc. commissurae posterioris. Kein Wunder, dasz das Tier — da links beide (sekundäre und tertiäre supra-vestibuläre) Zentren für die Manegebewegung getroffen sind — 5 Wochen Manegebewegung nach links zeigte! Der Tr. interstitio-spinalis war frei. Bei Katze Nr. 3 waren die Verbindungen zwischen linkem Globus pallidus und

---

[1]) WODAK und FISCHER: Verhandl. Gesellsch. deutscher Hals-, Nasen- und Ohrenärzte, 1925, S. 618.

[2]) KLESTADT und ROTTER: Arch. f. Psych., Bd. 85, 1928, S. 104.

[3]) UDVARHELI: Nervenheilk., Bd. 63, 1919, S. 179.

[4]) ROUSSY: La couche optique, Paris 1907.

linkem Nuc. commissurae medullaris teilweise unterbrochen; nur 4 Tage Manegebewegung. Nur bei dem Patienten Kaiser war der rechte Nuc. interstitialis betroffen, und deshalb der Tr. interstitiospinalis rechts [1]) bis tief ins Rückenmark entartet, während der Tr. commissuro-medullaris frei war. In Übereinstimmung mit diesen anatomischen Feststellungen war hier keine Spur von Manegebewegung und konjugierter Deviation vorhanden, sondern es bestand ein unvollständiger HERTWIG-MAGENDIE (das linke Auge war nach unten gerichtet; wenn der Blick nach unten gewandt war, war der Unterschied nicht so deutlich). In einem von CLAUDE und LOYER beschriebenen Fall [2]) bestand ein Herd rechts im medialen Abschnitt des Roten Kernes. Aus dem Umstand, das der Kranke nach links umfiel, hat man wohl zu schlieszen, dasz der rechte Nuc. interstitialis geschädigt war. Der Unterbrechung mehrerer III-Wurzeln zufolge war die mit dieser Lésion verbundene Augenschielstellung nicht gut sichtbar. Zugleich war auch der Nuc. commissurae posterioris beeinträchtigt, wodurch ein geringer Grad von konjugierter horizontaler Deviation nach rechts bestand; alle Augenbewegungen schienen beschränkt.

Für denjenigen, der in der hier vorgetragenen Lehre der Beziehungen etwa blosz eine theoretische Konstruktion sehen wollte, bilden diese Ergebnisse fremder Autoren doch eine nicht zu vernachlässigende Belehrung. Obwohl ich schon 1914 die Bedeutung des seitlichen Fallens für die Groszhirnlokalisation (ich sprach von supra-tentoriellen Tumoren) hervorgehoben habe, hat dieses mein Vorgehen nur wenig Nachfolge gefunden. Doch ist von mehreren Untersuchern (A. KNAPP [3])) unter den „cerebellären" (HORSLEY) oder pseudo-cerebellären Symptomen die seitliche Fallrichtung besonders hervorgehoben worden. Schon SCHUPFER hat die oculomotorischen Störungen, die Hemiplegie und das seitliche Hinfallen als ein häufiges Syndrom der Schläfenlappentumoren anerkannt. Dieser Autor, sowie KNAPP, schlieszt daraus, dasz wohl im Schläfenlappen selbst gewisse das Gleichgewicht regulierende Organe vorhanden sein müssen. Dagegen sahen BRUNS und viele andere darin einen cerebellären Einflusz etwa durch Druck durch das Tentorium hindurch. Mit ruhigem Gewissen können wir jetzt wohl behaupten, dasz es sich hier um Verdrängungserscheinungen auf den Globus pallidus durch den Tumor handelt. Es ist denn auch kein Wunder, dasz KOHNSTAMM in einem Falle mit sehr ausgesprochenen cerebellären Symptomen in einer sehr genauen mikroskopischen Untersuchung des Cerebellums nichts Pathologisches fand. Die Richtung des seitlichen Hinfallens wird von den Klinikern vollständig in Übereinstimmung mit meinen Erfahrungen als nach der gesunden Seite gerichtet beschrieben. Gewisse Ausnahmen von dieser Regel (ich habe weder im physiologischen Versuch noch bei supra-tentoriellen Tumoren eine Ausnahme gesehen) bringen KNAPP m.E. mit Unrecht dazu, der rückwärts gerichteten Fallneigung einen gröszeren diagnostischen Wert als der seitlichen Fallrichtung zuzuschreiben. Zweifellos kommen auch andre posturale Symptome vor, wenn das Striatum durch den wuchernden Schläfenlappentumor mit in den Krankheitsprozesz hineingezogen wird. Da

[1]) LONG und ROUSSY: Rev. Neur., 1908, S. 775.
[2]) CLAUDE und LOYER: Rev. Neur., 1912, I, S. 312, und 1912, II, S. 50.
[3]) A. KNAPP: Ges. Neur. u. Psych., Bd. 42, 1918, S. 227.

aber von den Klinikern die seitliche Fallrichtung zu Unrecht als ein typisches Kleinhirnsymptom angesehen wird, und die Fallrichtung wohl fast immer im Anfang nach der gesunden Seite gerichtet ist, braucht man sich auch nicht zu wundern, dasz je in einem Falle von BRUNS, ULRICH und MONAKOW bei Schläfenlappentumor über dem gegenüberliegenden Kleinhirn trepaniert wurde, mit letalem Erfolg. Erst wenn den Klinikern die Erkenntnis in Fleisch und Blut übergegangen ist, dasz das seitliche Hinfallen nach der gesunden Seite ein erstes Drucksymptom auf das Pallidum ist, wird solchen üblen Vorkommnissen vorgebeugt werden können. Dann wird man auch nicht in die Versuchung kommen, Konstruktionen wie ein cerebello-rubro-pallidäres System auszudenken, um die verschiedenen klinischen Erfahrungen über das Entstehen von Dyskinesien wie Chorea und Athetose unter dem Einflusz der von MURATOW [1]), VOGT [2]) u.a. beschriebenen Fälle zu erklären.

Sicher scheint mir nach LEWYS [3]) und MINKOWSKI [4]) experimentellen Befunden, dasz erst viel tiefere und oft doppelseitige Striatumveränderungen zu diesen Dyskinesien (KLEIST) Anlasz geben können. Dafür zeugt auch ein Fall VINCENTS [5]) und SPILLERS [6]). Keineswegs ist wohl auszuschlieszen, dasz die rezenten FEUCHTWANGERschen Befunde [7]): subjektive Empfindung einer Verschiebung der Körperrichtung in Hinsicht auf den Auszenraum bei Frontalhirnverletzungen, auf die Mitbeteiligung des Pallidums zurückgeführt werden müssen.

Auch durch tonischen Einflusz auf die supra-vestibulären Zentren sind Rollbewegungen beim Menschen beobachtet worden, so von KRAL und GAMPER [8]) beim Zusichkommen eines wiederbelebten Erhängten.

§ 5. *Menschliche Herde im vorderen und lateralen Abschnitt des Pallidums und entsprechende Zwangsstellungen in der frontalen und horizontalen Ebene.*

Erscheint es nach den obigen Ergebnissen naheliegend anzunehmen, dasz die willkürlichen Bewegungen der Augen an die Unversehrtheit des Striatums gebunden sind, so liegen weitere Erfahrungen vor, welche darauf hinweisen, dasz das Auftreten von Zwangsstellungen und Zwangsbewegungen auch von Herden im Globus pallidus abhängig ist. genau so, wie wir es bei den Versuchstieren fanden. Und es hat den Anschein, als ob genau so wie bei der Katze, Herde im vorderen Abschnitt des Pallidums

---

1) MURATOW: Monatschr. f. Psych., Bd. V, Auch Bremme H. 36, Bd. 45.

2) VOGT: Jnl. f. Psych., Bd. 25, 1920. Auch SCHILDER (Ges. Neur. u. Psych., B. 7 u. 11).

3) LEWY: Gesamte N. u. Psych., Bd. 72, 1921.

4) MINKOWSKI: Gesamte Neur. u. Psych., Bd. 102, 1926, S. 652.

5) VINCENT: Rev. Neur., 1920.

6) SPILLER: Arch. of Neur., 1920, S. 371.

7) E. FEUCHTWANGER: Arch. f. Psych., Bd. 100, 1933, S. 450.

8) KRAL und GAMPER: Monatschr. f. Psych., Bd. 84, 1933, S. 311.

eher zu Rollbewegungen (ev. HERTWIG-MAGENDIE-Augenzwangsstellung [1]), Fallneigung nach der gesunden Seite und Neigung auf der gesunden Seite zu liegen) Anlasz geben. Dagegen würden Herde im lateralen Abschnitt des Pallidums, die bei der Katze Manegebewegung nach der kranken Seite herbeiführten, beim Menschen eher konjugierte horizontale Deviation der Augen veranlassen.

Leicht wäre eine längere Liste von solchen Fällen aufzustellen, etwa wie es für die Herde im H.L.B. ausgeführt wurde, wenn nicht die auszerordentliche Seltenheit der genauen anatomischen Untersuchung der einschlägigen Fälle genauere Aufschlüsse auf diese Weise unmöglich machte. Ich will mich deshalb darauf beschränken, auf den Fall FALKIEWICZ-ROTHFELD hinzuweisen, weil hier die Rollbewegungen nach der gesunden Seite überwogen, während im Falle DUQUET ausschlieszlich Neigung auf der gesunden Seite zu liegen notiert wurde, ein Symptom, das uns aus unsren Katzenversuchen als eine schwächere Manifestation der Rollbewegungen geläufig ist. Dagegen war in den Fällen ANDERLYA, WERNICKE, TOURNIER ausschlieszlich konjugierte Deviation in der horizontalen Ebene bemerkt worden. Ebenso wie bei den Versuchstieren überwog in den Fällen ANDERLYA und FALKIEWICZ-ROTHFELD, mit Herden auf beiden Seiten, der Einflusz des gröszeren Herdes.

Aus diesen Beobachtungen scheinen sich nur zwei Folgerungen zu ergeben: 1. Es mag wohl an der Unkenntnis der Kliniker von der Bedeutung des Pallidums für die Zwangsbewegungen in der horizontalen und frontalen Ebene liegen, dasz man bis jetzt meistens nur die auffälligsten Erscheinungen in solchen Fällen vermerkt hat; von der merkwürdigen Gesetzmäszigkeit des Auftretens, der Fallneigung nach der *gesunden* und der konjugierten horizontalen Deviation nach der *kranken* Seite, findet man im Falle der Ausschaltung des Pallidums in der klinischen Literatur keine Spur.

Erst wenn man gut hat unterscheiden lernen zwischen der (horizontalen) Augenzwangsstellung, die mit der Manegebewegung einhergeht (beim Menschen konjugierte horizontale Deviation) und derjenigen (HERTWIG-MAGENDIE-Schielstand), die von Rollbewegungen begleitet ist; erst wenn man im klaren darüber ist, dasz Fallneigung zur Seite und Vorliebe auf einer Seite zu liegen, sowie auch rotatorischer Nystagmus alles Symptome sind, die den Rollbewegungen untergeordnet sind; erst dann wird man zu einem vollständigen Vergleich der am Versuchstier und bei menschlichen Groszhirnherden beobachteten Er-

[1]) KORBSCH' Annahme einer corticalen Auslösung der HERTWIG-MAGENDIE'schen Phänomens (Nervenheilk., Bd. 130, 1933, S. 262) scheint mir schwach begründet. Die Korrelation der Fallneigung und des HERTWIG-MAGENDIE'schen Phänomens (beide nach derselben Seite) sowie auch die Zugehörigkeit dieser Symptome zum Syndrom der Rollbewegung, wie es auch im von diesem Autor mit OLOFF publizierten und genau anatomisch untersuchten Fall sich manifestierte, war leider dem Autor durch Unkenntnis meiner Publikation im Jahre 1914 entgangen.

scheinungen schreiten können. Zweifellos wird dann auch das Verständnis andrer isoliert stehenden Beobachtungen leichter werden und man wird sie innerhalb ihrer richtigen Verhältnisse verstehen können. Der Torsionsspasmus, der Hemiballismus (von JAKOB auf Läsion des LUYSschen Körpers zurückgeführt, obwohl die betreffenden Herde sicher auch teilweise die pallidocommissuralen Bündel unterbrechen) sind alles Beobachtungen, die mit Verständnis der Bedeutung des Pallidums für die Zwangsbewegungen beim Menschen noch einmal nachgeprüft werden können.

Die unlängst wieder von ALAJOUANINE und THÜREL gesammelten Beobachtungen über die Lähmung der willkürlichen Augenbewegungen sprechen wohl für die von mir hervorgehobene Bedeutung des Striatums für die sogen. willkürlichen Augenbewegungen. Wenn es auch, was das Pallidum betrifft, nicht angeht, die Manegebewegung (und dazu die laterale Augenbewegung) auf eine Stufe mit den Rollbewegungen (und HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung) zu stellen, insoweit dieses letztere Phänomen —wenigstens beim Menschen — niemals als willkürliche Bewegung in die Erscheinung tritt, so bieten doch die jetzt sich klärenden anatomisch-physiologischen Verhältnissen genügend Grund, uns zu fragen ob denn die vorliegenden Beobachtungen über einen corticalen Einflusz der Blickwendung als einwandsfrei zu betrachten sind. Wie wir (Ende § 4, S. 242 und § 2, S. 480) sehen werden, kann dies kaum behauptet werden.

§ 6. *Schematische Darstellung der Bahnen und Kerne für die Zwangsbewegungen und für die konjugierte Deviation in der horizontalen Ebene.*

Wie die Bezeichnung von Abb. 19 andeutet, sind diejenigen Elemente eingetragen worden, deren Mitwirkung für die horizontale Blickbewegung unentbehrlich erscheint. Es kommt darin auch zum Ausdruck:

1. Dasz der Funktionsausfall vor allem von den *auf*steigenden vestibulären Bündeln abhängig ist, denn der Untergang oder die Durchschneidung der aufsteigenden Bündel erzeugt die gleichen Störungen wie die Durchschneidung des ganzen H.L.B.

2. Dasz die — für den Menschen wegen der horizontalen Augenbewegungen — wichtigste aufsteigende sekundäre vestibuläre Bahn die Mittellinie schon in der Vestibulargegend kreuzt.

3. Dasz eine zweite Kreuzung. in der Commissura posterior erfolgt, denn sobald ein halbseitiger Schnitt die Commissur selbst durchschneidet, kehrt sich die Richtung der Abweichung um.

4. Dasz die Zone des H.L.B., deren Läsion konjugierte Deviation nach der gesunden Seite ergibt (Abb. 19 *a*), ziemlich ausgedehnt ist,

Es hat sich als notwendig herausgestellt, für jede laterale Augenbewegung die Mitwirkung beider durch die Commissur verbundenen Nuclei commissurae posterioris anzunehmen. Denn erstens geht jede Kontraktion des rechten Rectus externus mit einer Erschlaffung des linken

Externus einher und zweitens vernichtet die vollständige Durchschneidung der hinteren Commissur jede koordinierte gemeinsame Augenbewegung. Drittens kann man unmöglich die Existenz dieser collateralen Verbindung leugnen, wenn man sich überlegt, dasz ein vom linken Pallidum ausgehender Reiz (der bekanntlich die Augen nach rechts richtet, d.h. eine Kontraktion des rechten Musculus rectus externus bewirkt) zweifellos auf dem Wege des rechten Tr. commissuro-medullaris in den rechten Nuc. abducens gelangen musz. Deshalb musz man wohl annehmen, dasz

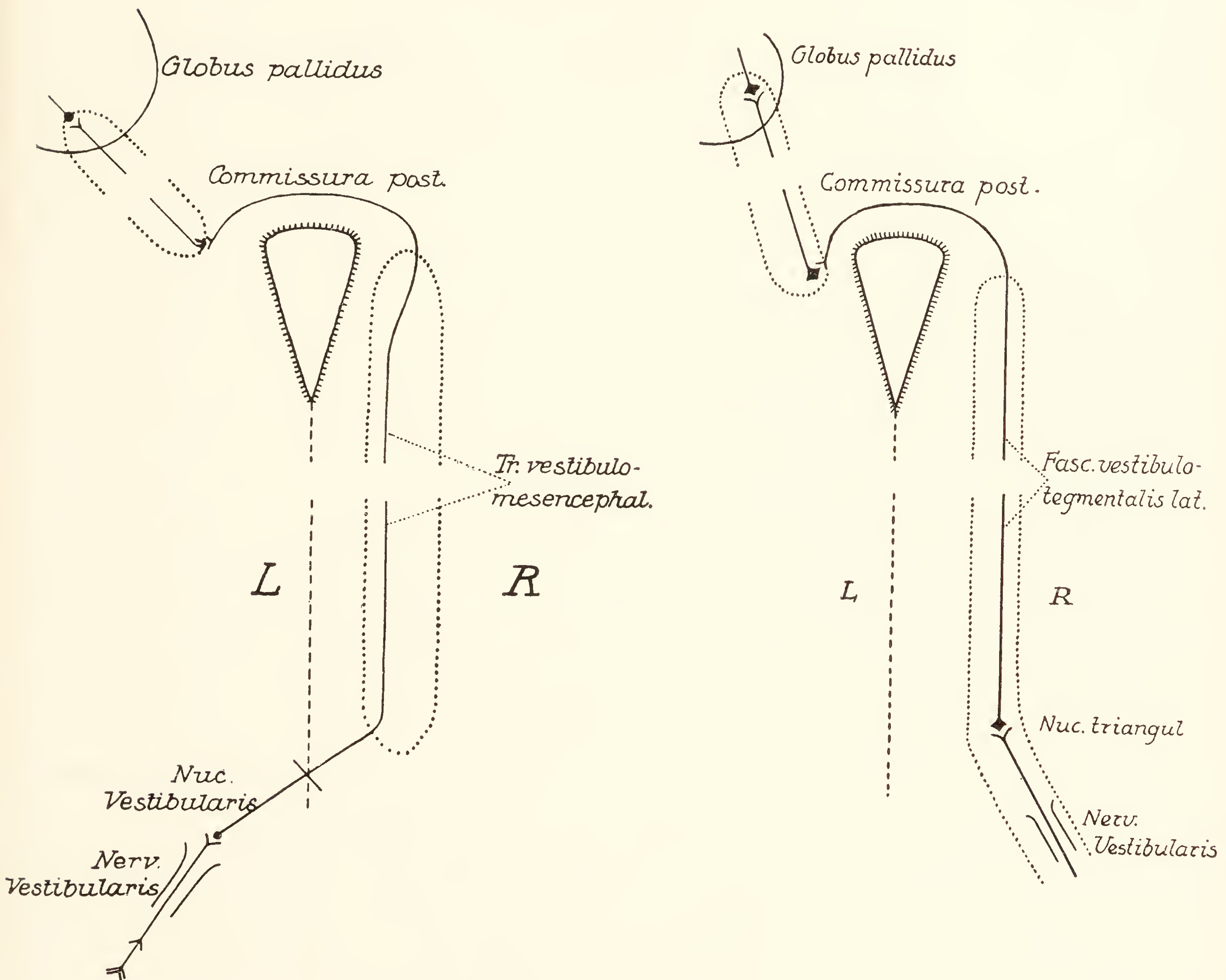


Abb. 19 *a* und *b*. Mit punktierten Linien ist in Abb. 19 *a* die Ausdehnung derjenigen drei Zonen angedeutet (des N. vest. und Nuc. vest. links, des H.L.B. rechts, der Commissuro-pallidären Verbindungen links), deren Verletzung konjugierte Deviation in der horizontalen Ebene nach links erzeugt. Wie man sieht, stimmt der Bahnverlauf genau mit demjenigen der Manegebewegung beim Tier überein (Abb. 11, S. 100). — In Abb. 19 *b* sind die teilweise ähnlichen Zonen, deren Läsion Fallneigung nach rechts erzeugt, angegeben, (übereinstimmend mit dem Verlauf der Bahn für die Rollbewegung des Tieres nach rechts in Abb. 11, S. 100). Man beachte aber die doppelte Kreuzung der Bahn für die horizontale Augenbewegung in Abb. 19 *a* (vergl. auch § 2, S. 401).

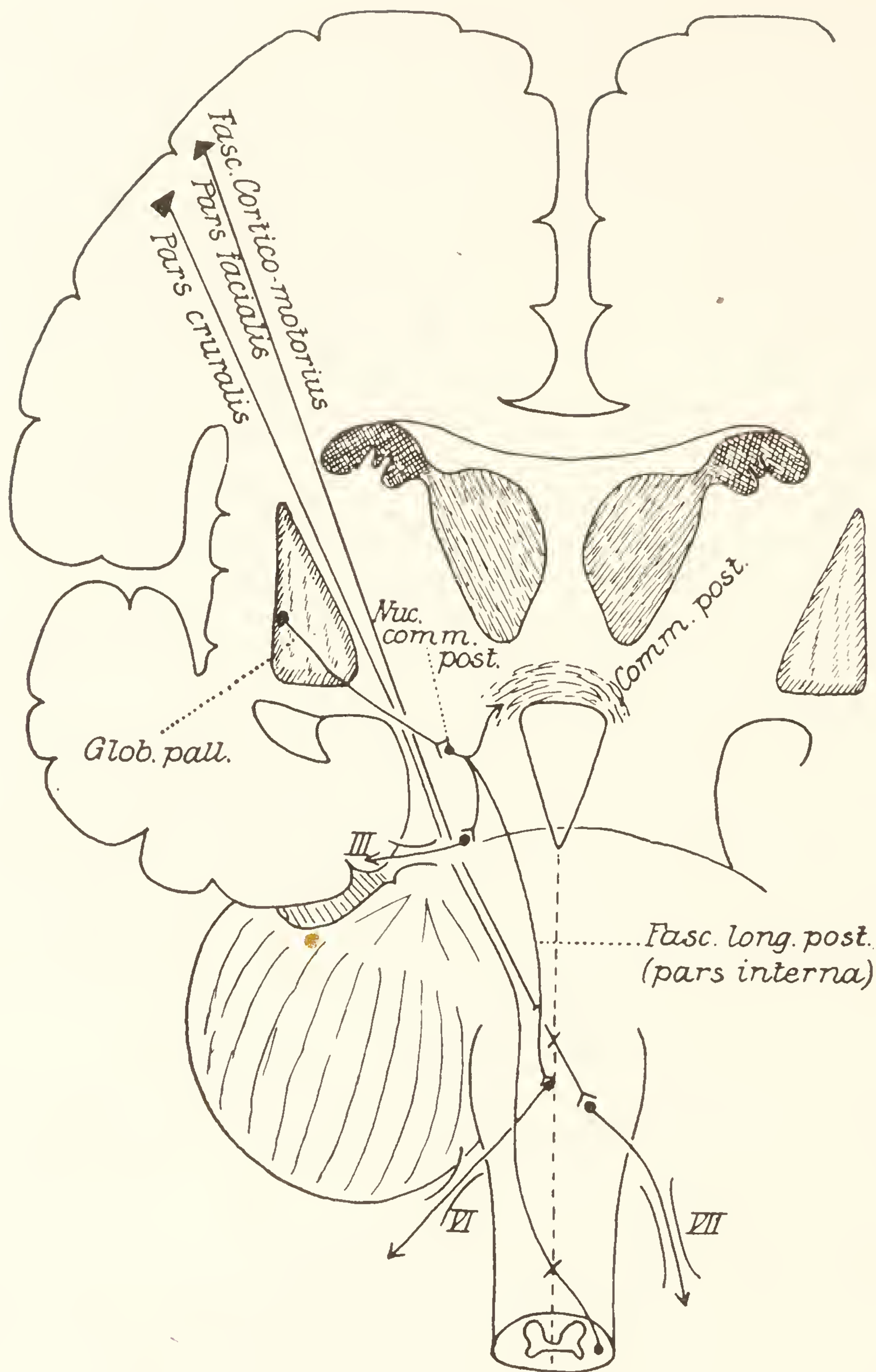


Abb. 19 *c*. Verhalten der Neuronen (absteigende Verbindungen) im horizontalen Durchschnitt des menschlichen Hirnstamms, deren Mitwirkung zur konjugierten Deviation erforderlich ist. Mit einer Pfeile in der hinteren Commissur ist angegeben, wie man sich das Zustandekommen der Koordination mit dem rechtsseitigen System zu denken hat.

der vom linken Pallidum herkommende Reiz mittels einer collateralen Verbindung durch die hintere Commissur dem rechten Nuc. VI zugeführt wird. Der Darstellung des H.L.B. in Abb. 19 *c* liegt auch die Erfahrung zugrunde, dasz Jahrzehnte nach dem Untergang des Pallidums Faserverarmung des gleichseitigen (mehr als des gekreuzten) H.L.B. eintritt (S. 122, Zeile 15).

Abb. 19 *b* liefert ein solches Schema für die seitliche Fallneigung und für die HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung. Auch in Abb. 11, S. 100 kann man sich am Verlauf des Tr. vestibulo-tegmentalis lateralis über die Bahn für die Rollbewegung orientieren, welche, wie wir sahen

(S. 96 und Grundversuch, S. 89), sowohl im H.L.B. als zwischen Commissurkernen und Pallidum mit denjenigen für die Manegebewegung und horizontale konjugierte Deviation zusammen verläuft, mit Ausnahme der doppelten Kreuzung des letzteren (vergl. § 2, S. 401).

KAPITEL 20.

DIE VERTIKALEN BLICKLÄHMUNGEN ODER BLICKZWANGSSTELLUNGEN.

§ 1. Geschichtliches, frühere Fragestellungen.

Während die horizontalen Blickzwangsstellungen bereits eine längere Geschichte hinter sich haben, stellt die Erkennung der vertikalen Blickabweichungen eine viel jüngere, eine geradezu moderne Errungensschaft dar. Sie wurde erst mehrere Jahrzehnte nach der Beschäftigung mit den horizontalen Blicklähmungen als ein Problem sui generis anerkannt. Unter den ersten Beobachtern dieser Gruppe von Augenbewegungsstörungen finden sich Augenärzte (PRIESTLEY SMITH, PARINAUD). Der erste, dem wir eine klare Auseinandersetzung über den Gegenstand verdanken, ist PARINAUD.[1]) Die von ihm vorgeschlagene Einteilung der Blicklähmungen „Paralysie des mouvements associés des yeux" ist jetzt noch maszgebend. Er unterschied Blicklähmung 1. nach unten, 2. nach oben und 3. nach oben und nach unten; merkwürdigerweise meinte er, dasz alle Fälle mit Konvergenzlähmung einhergingen, ein Irrtum, der von den späteren Beobachtern vermieden wurde. PARINAUD ging von der Feststellung DUVALs und LABORDEs aus, dasz zwischen allen Augenmuskelkernen gekreuzte Verbindungsbahnen bestehen; hieraus schlieszt er, dasz jeder Augenbewegungsnerv fortwährend in Zusammenwirkung mit allen anderen arbeite. Mittels der Commissuren und Kreuzungen komme ja die Koordination zustande, wie es schon VULPIAN durch die Beobachtung nachwies, dasz das Zusammenwirken der Augenlidheber plötzlich nachläszt, wenn man einen sehr oberflächlichen Schnitt quer durch den Boden des 4. Ventrikels anbringt. PARINAUDs Überlegung scheint mir am wertvollsten, wo er schlechtweg sagt: zwar weisen verschiedene Untersuchungen der Physiologen auf die Möglichkeit eines corticalen Einflusses auf die Augenbewegungen hin, wir wissen darüber aber noch gar nichts; ein Ausspruch, der leider auch jetzt noch als richtig gelten musz. Wir dürfen auszerdem hinzufügen, dasz die neueren experimentellen und klinischen Beobachtungen

[1]) PARINAUD: Archives de Neurologie, V, 1883, S. 145.

das Bestehen eines solchen direkten corticalen Einflusses im Gegenteil immer mehr als fraglich erscheinen lassen. — Das Studium der Doppelbilder auf das man seinerzeit viel Wert legte, hat das Erkennen der vertikalen Blickzwangsstellung eher erschwert (PELTIER[1]). Erst langsam gelangte man zu der Einsicht, dasz diese sogen. „isolierten Lähmungen" einzelner Augenmuskeln eher als ein gelegentliche Beigabe aufzufassen sind, weil ja zugleich mit einer Unterbrechung der eigentlichen Blickbahnen und Zentren durch einen Herd in der Basis des Mesencephalons auch Nebenläsionen der in der Nähe befindlichen peripheren Kerne und Nervenfasern zustande kommen können.

Die dritte Form der Blickzwangsstellung (HERTWIG-MAGENDIE) (Siehe S. 109 oben und Kap. 19, S. 212) in der frontalen Ebene wird von PARINAUD nicht anerkannt, wenn er sie bei seinen letzterwähnten cerebellären Fällen auch beobachtet haben dürfte.

Nach PARINAUD wurden ab und zu einzelne Fälle von vertikaler Zwangsstellung publiziert. Darunter sind LICHTHEIMS 3 Fälle zu nennen, von denen bei zwei ein Vierhügeltumor post mortem gefunden wurde. Dieser zufällige Befund war wohl die Veranlassung zu dem Lehrsatz, der seitdem in den Handbüchern Aufnahme fand, die vertikale Blicklähmung sei ein Symptom der Vierhügelherde. Dieser Irrtum wurde selbst dann nicht aufgegeben, als WEINLAND und NIESSEN (nach KORNILOW) bei ihren Vierhügeltumoren überhaupt keine Störung in der Tätigkeit der Augenmuskeln gefunden hatten. Wenn wir berücksichtigen, dasz unsere Vorstellungen von den vertikalen Blickzwangsstellungen noch jetzt keineswegs geklärt sind, wird es uns nicht wundernehmen, dasz sich diese irrtümlichen Angaben bis heute in den Handbüchern halten könnten.

Im Jahre 1900 fand im Pariser Neurologischen Verein eine interessante Diskussion statt. CROUZON stellte einen Kranken vor, der seine Augen nicht nach unten senken konnte. Dieses Verhalten wurde von der Mehrheit noch als ein (funktioneller) „Hebungsspasmus" aufgefaszt, wenn auch einzelne Anwesende (BABINSKI) eine Blicklähmung ahnten.

KORNILOW[2]) hat den damaligen Stand der Ansichten am genauesten wiedergegeben. Die 20, dem Autor nur zum Teil zugänglichen, beschriebenen Fälle vertikaler Blickzwangsstellung findet er in der wechselndsten Weise von verschiedenen Hirnstammsymptomen begleitet. Von den autoptischen Fällen bemerkt er, dasz unter ihnen zwar Mittelhirntumoren stark vertreten seien, aber in WERNICKEs Fall sei der Tumor in den Thalamus opticus hineingewuchert, habe ev. den Hirnschenkel plattgedrückt und sei bis in den 3. Ventrikel vorgedrungen (NOTHNAGEL, KALISCH). Sehr richtig spricht er den Tumorbefunden jeden entscheidenden Wert ab, eben weil in dieser Gegend Fernwirkung und Verschiebung von benachbarten Teilen gang und gäbe seien. Es bleibt ihm nicht ver-

---

1) PELTIER: Type Foville des paralysies alternes. Thèse de Paris, 1913.
2) KORNILOW: Nervenheilk., Bd. 23, 1903, S. 434.

borgen, dasz symptomatologisch öfters Fallneigung und Kopfneigung im Sinne der bestehenden Blickzwangsstellung der Augen vorkommt, und dasz nicht selten die Heber- und Senkerlähmung an einem Auge ausgesprochener ist als am anderen.

Zwei Anschauungen stritten damals um die Vorherrschaft. PARINAUD vertrat die Meinung, dasz diese Zwangsstellungen (immer noch als richtige Lähmungen bezeichnet) nicht von einer Verletzung der peripheren Kerne herrühren könnten, sondern supra-nucleär bedingt seien. Nach den andren, BRUNS und OPPENHEIM, SPILLER, war die Annahme eines besonderen Koordinationszentrums überflüssig; volständig symmetrische mesencephale Herde sollten störend auf die beiderseits von der Mittellinie gelagerten peripheren Kerne einwirken. Die Bedeutung der Versuche von ADAMUK und PRUS, nach welchen faradische Reizung der vorderen Abschnitte des Hirnstammes koordinierte vertikale Bewegungen erzeugt, welche für die erste Ansicht sprachen, wurde von den letzten nicht anerkannt. Die Sachlage wird keineswegs klarer, wenn man mit MONAKOW und BERNHEIMER das von HENSCHEN und VÖLKERS, KAHLER und PICK, oder das von PERLIA vorgelegte Schema der Gliederung der Augenmuskelkerne als Ausgangspunkt nimmt. Die Ansicht der letztgenannten Autoren, dasz es überflüssig sei supra-nucleäre, resp. supra-vestibuläre Zentren anzunehmen, ist kaum mit unsren heutigen anatomischen Kenntnissen in Einklang zu bringen (überall im Zentralnervensystem findet man zwischen sensiblen Neuronen und Zentren höherer Ordnung einerseits, und den peripheren motorischen Neura anderseits, Ganglienzellen, näml. reticuläre eingeschaltet). Sie stimmt auch nicht mit unsren sonstigen physiologischen Erfahrungen (periphere motorische Nervenkerne genügen niemals koordinatorischen Anforderungen) überein. Trotzdem ist sie lange Zeit maszgebend gewesen, und noch heute zählt diese Lehre unter den jüngeren französischen Neurologen, die sich besonders mit den Blickzwangsstellungen beschäftigt haben, zahlreiche Anhänger (u.a. BARRÉ, GUILLAIN).

Der nächste Autor, dessen Untersuchungen den Stand der Frage im ersten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts charakterisierten, war SPILLER, dem wir lange fortgesetzte Beobachtungen an einem groszen Krankenmateriale verdanken. An den Arbeiten dieses Gelehrten ist vor allem die Unbefangenheit zu loben, mir welcher er seine Beobachtungen am Krankenbett sowie auch am Obduktionstisch anstellte.[1]) Er weist darauf hin, dasz wir von einem corticalen Zentrum für vertikale Augenbewegungen nichts wissen (S. 6), äuszert seinen mit der Zunahme seines Materials immer mehr wachsenden Zweifel an den üblichen Vorstellungen und glaubt nicht, dasz auf die Vierhügel beschränkte Herde je vertikale Blicklähmungen veranlassen könnten. Er bringt zunächst zwei Fälle mit Blickzwangsstellung nach oben und unten. Hierbei war ein Gliom, von oralen Brückenteilen ausgehend, in den Schenkelfusz hineingewachsen (Nr. 11

---

[1]) W. SPILLER: Journal Nerv. a. Mental., Dis., 1905, S. 1.

der Tabelle 3, S. 242), und hatte dabei in den Oculomotoriuskernen zu erheblichen Veränderungen geführt. Zu diesem Befund stellte er nachdrücklich fest, dasz bei vielen vertikalen Blicklähmungen die Vierhügel gar nicht mit in den Krankheitsprozesz hineingezogen waren. Abschlieszend stellt er lediglich fest, dasz im allgemeinen die Autopsie seiner Fälle lehre, dasz die Teile um den Aquaeductus Sylvii herum krankhaft verändert sind. Interessant ist, dasz SPILLER selbst, und seine Schüler, 20 Jahre später diese Angaben vervollständigen konnten. Im Jahre 1923 erklärt SPILLER, er glaube nicht, dasz ein Herd, der weit von den III-Kernen entfernt liege, eine bleibende vertikale Blicklähmung hervorrufen könne. Eine Blicklähmung corticalen Ursprungs sei immer vorübergehend, infolge der bilateralen Innervation der Augenmuskelkerne. In der Diskussion sagt SPILLER: „The lesion need not be in the corpora quadrigemina, but must be near enough to the III-nuclei to affect the path from each cerebral hemisphere. The lesion may be so small as to escape attention unless a thorough microscopic examination be made".

J. HENDRIC LLOYD erklärt ebenfalls: „Keineswegs ist ein Vierhügelherd notwendig". In einem Fall von Pseudobulbärparalyse beobachtete er eine vertikale Blickparese; die Autopsie zeigte lediglich einen Herd im Nuc. lenticularis. C. BYRNES hatte Gelegenheit, das Gehirn eines der SPILLERschen Fälle von vertikaler Blicklähmung zu untersuchen; er fand Infiltration und Desintegration beider Linsenkerne. Schlieszlich hat W. B. CADWALADER das Gehirn eines Kindes mit Blickparese nach schwerem Husten untersucht. Er fand Blutungen in der Nähe der III-Kerne.

In dem Falle FREUNDS (1913), später in den Fällen von P. SCHUSTER, L'HERMITTE und CL. VINCENT bestätigt sich aufs neue die Erfahrung, dasz für die Lösung der anatomischen, mit den Blicklähmungen zusammenhängenden Fragen die Tumoren, bis dahin das beliebte Material, doch eigentlich nicht brauchbar sind, dasz aber Herde, namentlich kleine Herde, durch eine Blutung oder Thrombosis verursacht, für die Erforschung viel nützlicher sein können.

In diesem Zusammenhang ist der Fall ROSSOLIMOS [1]) zu erwähnen: Hier bestand, nach der Symptomatologie zu urteilen, Blickzwangsstellung nach unten und nach links mit Doppeltsehen. Die linke Pupille war etwas weiter. Beide Pupillen waren fast reaktionslos. Es fand sich ein lang gestreckter Herd im Thalamus und im linken Mittelhirn. Der Herd hatte seine gröszte Breite vorn, etwa im hinteren Abschnitte des inneren Thalamuskerns, und im ventralen Abschnitt des zentralen Graus verjüngte er sich nach hinten medianwärts in der Richtung des medio-dorsalen Randes des roten Kerns, dabei den Nuc. commissurae posterioris und den ventralen Abschnitt der hinteren Commissur vernichtend (Durchschnitt des Herdes hier 5 mm), tritt mit einem schmalen Sporn in die Haube, schickt einen Ausläufer zwischen die Roten Kerne und schneidet das III-Kern-

---

[1]) ROSSOLIMO: Neurol. Zentr. Bl., 1896, S. 631.

gebiet (Breite 1 mm) lateral ein. Der genauen Beschreibung des linken H.L.B. ist zu entnehmen, dasz namentlich der mediane Abschnitt, bis in die Medulla, Fasern eingebüszt hat; m.a.W., hier bestand eine Atrophie des linken Tr. commissuro-medullaris, ein Faserverlust, welcher sich dem Untergang des linken Nuc. commissurae posterioris anschlosz, eine Verletzung, welche bekanntlich bei der Katze und der Taube Manegebewegung nach der kranken Seite (nach links) herbeiführt. Was die Pupillenstarre betrifft, so stimmt dieser Befund zu den Schemata BERNHEIMERS [1]) und auch PICKS und KAHLERS, nach welchen die Pupillenkerne ganz vorn im Oculomotoriuskomplex gelagert sind und zwar identisch mit dem kleinzelligen Mediankern. Ebenso wie die doppelseitige Blicklähmung sei die doppelseitige Pupillenstarrre auf den Ausfall des ventralen Abschnitts der hinteren Commissur zurückzuführen.

Der Fall, der von ROSSOLIMO andrer Fragestellungen wegen (u.z. zur Kontrolle des PICK'schen und KAHLER'schen Schemas des Oculomotoriuskerns) beschrieben wurde, und der leider durch Zellenschädigung des III-Kernes kompliziert war, scheint mir wichtig, insofern hier zum ersten Mal genau von einem Herd im hinteren Abschnitt des zentralen Graus mit Vernichtung eines Teils der hinteren Commissur und Blicklähmung nach oben berichtet wird. Der Mann „warf den Kopf zurück", wohl um die Beschwerden seiner Blickzwangsstellung nach unten loszuwerden, und hatte lichtstarre Pupillen; während die Akkomodation normal war.

Epikrise: Schon dieser erste Fall von Vernichtung durch einen umschriebenen Blutungsherd bestimmt die Gegend oral von dem III-Kern, das zentrale Grau, und das Gebiet zwischen den Roten Kernen, sowie den ventralen Teil der Hinteren Commissur und die diese Stellen von vorn her erreichenden Faserbündel als die Region, auf deren Läsion, nach den späteren Erfahrungen, zweifellos die Blickzwangsstellung nach unten zurückzuführen ist.

Offen bleibt die Frage: War hier, und in welchem Grade, das zentrale Grau beeinträchtigt; stammten die für den III-Kern bestimmten Fasern aus dem zentralen Grau oder aus dem Nuc. medianus thalami, oder ist es wahrscheinlich (und in Übereinstimmung mit den experimentellen Ergebnissen, Kap. 14, S. 129), dasz hier durch das mehr oder weniger horizontal sich im Thalamus ausbreitende Herdgebiet die von den medialen Partien des Neostriatums stammenden Bündel, die nach der Oculomotoriusgegend ziehen, abgeschnitten wurden? Für den Vergleich mit dem hier anatomisch beschriebenen Fall S. 245, ist ROSSOLIMOS Fall von Wichtigkeit, ntl. auch weil es sich anscheinend um einen einseitigen Herd handelt, der auch den linken Commissurkern vernichtet hat.

Ebenso wichtig erscheint der Fall RAYMOND und CESTAN [2]), wo ein peri-aquaeductäter Herd einer disseminierten Sklerose neben bilateraler

---

[1]) BERNHEIMER: Arch. f. Ophthalm., Bd. 70, 1909, S. 539.

[2]) RAYMOND und CESTAN: Revue neurologique, 1902, S. 55.

horizontaler Blickzwangsstellung ebenfalls Blickzwangsstellung nach unten (Blicklähmung nach oben) herbeigeführt hatte.

Weiter ist FREUNDs Fall (Tab. V, S. 244) von Bedeutung; bei einem 84-jährigen Manne, ebenfalls mit Blickzwangsstellung nach unten, wurde von O. und C. VOGT Folgendes gefunden: Auszer mehreren kleineren Groszhirnherden, ein alter Herd links 9 mm lang und bis zu 5 mm breit, der sich von der ventralen Grenze des Nuc. med. thalami bis in das zentrale Höhlengrau unter dem hinteren Vierhügel erstreckt, der angeblich die Gegend des DARKSCHEWITSCH'schen Kerns zerstört, aber „den N. III selbst ganz verschonte und eine Degeneration in den lateralen Partien des H.L.B. bis hinab zur Mitte zwischen Nuc. nervi trochlearis und Nuc. nervi abducentis zur Folge hatte. Das tiefe Mark des vorderen Vierhügels war intakt". Hier bestand ebenfalls Blickzwangsstellung nach unten; die Seitenbewegung war ganz frei, und die Pupillen reagierten träge. Rechte Pupille > linke. UHTHOFF sah den Kranken, stellte ebenfalls „typische Blicklähmung nach oben" fest. Blick nach unten frei, ebenso nach den seitlichen Richtungen, Konvergenz war im geringen Grade erhalten, bezw. etwas pathologisch eingeschränkt. Hier bestand ein einseitiger, örtlich viel beschränkterer Herd, im zentralen Grau.[1]) Der sich nach hinten stark verjüngende Herd erreichte *nicht* den III-Kern (Pupillenreaktion träge), wird wahrscheinlich nur einen Teil des ventralen Abschnitts der hinteren Commissur getroffen haben, und — in Hinsicht auf die ausschlieszliche, teilweise Atrophie des lateralen Flügels des H.L.B. — die Einstrahlung der lateralen vestibulo-mesencephalen Fasern in die hintere Commissur. Aus der Unversehrtheit des inneren Abschnitts des H.L.B. wäre zu folgern, dasz der Nuc. commissurae posterioris frei war, wodurch wieder die gut erhaltene laterale Blickwendung erklärlich ist. Besonders wichtig erscheint es, die Symptome dieses Falles im Licht der *anatomischen* Befunde von SCHUSTERs Fall RÖHRIG (S. 255) zu vergleichen mit den *Symptomen*, die bei ROSSOLIMOs und SCHUSTERs Fall festgestellt wurden. Im Falle RÖHRIGs (S. 255) waren beide Pupillen starr; hier bestand ein doppelter Herd. Im Falle FREUNDs ein rechtsseitiger Herd, rechte Pupille erweitert, in ROSSOLIMOs Fall linksseitiger Herd, linke Pupille erweitert. Also auf der Seite eines das zentrale Grau treffenden Herdes Pupillenerweiterung und Pupillenstarre.

Wenn auch nach der Erfahrung der letzten Jahrzehnte der Wert der Tumoren für die Lokalisationslehre nicht hoch zu veranschlagen ist, so musz doch der Fall THOMSEN[2]) deshalb besonders erwähnt werden, weil in diesem Falle von Zwangsstellung der Augen nach unten der Nuc. interpeduncularis, beide Pedunculi corporis mamilaris und ntl. auch die Gegend zwischen den roten Kernen durch den Tumor geschädigt waren,

---

[1]) Die versprochene eingehende Publikation, zur Zeit dieser Publikation 1913 angekündigt, ist, soweit mir bekannt, unterblieben.

[2]) R. THOMSON: Arch. f. Psych., Bd. 18, 1887, S. 621.

III-Kerne normal. Hier waren beide Pupillen eng, reagierten nicht. Dieser (Tumor-)Fall ist für das Studium des Pupillen nicht zu benützen, weil der eine N. III geschädigt, der andre normal war. In diesem Fall scheint es nicht unmöglich, dasz durch den dorsalen Abschnitt des Herdes Fasern vom zentralen Grau in den III-Kern abgeschnitten waren. Auch in ILBERGs Fall [1]) hatte der Tumor den medialen grauen Kern infiltriert und war dann in das Trigonum interpedunculare eingedrungen, und das Gewebe zwischen den Roten Kernen war gleichfalls zerstört. Von den Tierversuchen her erinnert man sich, dasz mehrfach Gründe für die Vermutung vorlagen, dasz eine Verletzung der Pedunculi corporis mamillaris mit Zwangsbewegung nach unten einherginge. In anatomischer Hinsicht wurde in der S. 56 referierten Arbeit darauf hingewiesen, dasz die Pedunculi corporis mamillaris teilweise (homolog) dem Tr. bulbo-thalamicus der Vögel entsprechen. — Andrerseits sah JOHNSTON bei niederen Fischen Fasern aus dem MEYNERT'schen Bündel in dieses Gebiet absteigen.

Einzelne Versuche an Goldfischen (Durchstechung eines MEYNERT'schen Bündels, dabei aber auch Verletzung des zentralen Graus), bei welchen Zwangsstellung des Körpers nach unten beobachtet wurde, werfen die Frage auf, ob dem MEYNERT'schen Bündel etwa supra-vestibuläre Bedeutung beizumessen sei. In Hinsicht auf die obigen Ausführungen und die vertikalen Blickkrämpfe der Postencephaliker (Kap. 28, S. 419) ist die Beobachtung KORBSCH' [2]) nicht ohne Interesse, der in mehreren Fällen von Veronalvergiftung vorübergehende vertikale Blickparesen fand, während die Blickrichtung nach den Seiten nicht gestört war, eine nach BIELSCHOWSKY [3]) häufige Kombination bei den Postencephalitikern. Die pathologisch-anatomischen Befunde an diesen Kranken ergeben bekanntlich öfters mikroskopische Veränderungen in der zentralen grauen Substanz.

§ 2. *Die letzte Phase der Erforschung der anatomischen und physiologischen Grundlagen der vertikalen Blickzwangsstellungen.*

Während A. BIELSCHOWSKY und namentlich P. SCHUSTER die einschlägigen Untersuchungsmethoden vertieft und erweitert und eine brauchbare klinische Einteilung geschaffen haben, wurde von französischen Forschern in den letzten Jahrzehnten weiteres Material für die anatomische Lösung unsres Problems gesammelt. Sowohl in Deutschland wie in Frankreich wurde man sich darüber klar, dasz man seine Aufmerksamkeit weniger den Tumoren als vielmehr den kleineren Erweichungen widmen müsse. Auch von amerikanischer Seite, und zwar von der SPILLER'schen Schule, wurden Beiträge geliefert, und es wurde

---

1) ILBERG: Arch. f. Psych., Bd. 26, 1894, S. 323.
2) H. KORBSCH: Arch. f. Psych., Bd. 72, 1925, S. 433.
3) BIELSCHOWSKY: Klin. Wochenschr., 1925, S. 120.

auf die praktische Bedeutung einer besseren Kenntnis der Blickzwangsstellungen hingewiesen. U.a. von seiten FREEMANNS [1]), dessen Kranke schon für eine Brückenwinkeloperation vorbereitet wurde, als man rechtzeitig eine partielle horizontale Blickzwangsstellung — und damit den intrapontinen Sitz des Tumors — entdeckte, und so eine im günstigsten Fall nutzlose Operation vermied! Inzwischen waren von den Physiologen die früheren HOGYIES'schen Untersuchungen erweitert worden. Aufs neue wurde festgestellt, dasz zu jeder Stellung im Raume eine bestimmte Stellung der Augen und des Rumpfes gehöre (MAGNUS, DE KLEYN, V. D. HOEVE). Beim Zustandekommen dieser reflektorischen Beziehungen spielten die Labyrinthe eine Hauptrolle, aber auch andere sensible Einflüsse wirkten mit. Beim Menschen wurde von SCHUSTER auf die Bedeutung der Fixierung hingewiesen. Auch bei niederen Tieren (Kopffüszlern) haben die (kompensatorischen) Augenbewegungen in drei Ebenen einen groszen Einflusz (vergl. S. 178).

Was die Augenbewegungen des Menschen anbetrifft, unterschied man: *a.* Spontane sogenannte Spähbewegungen, für welche, wie SCHUSTER es ausdrückt, ein optischer, akustischer oder taktiler Anhaltspunkt nicht gegeben ist. *b.* Kompensatorische Augenbewegungen, die anscheinend den Zweck haben, unabhängig von den Körperbewegungen die Gesichtsfelder festzuhalten, und beim Menschen mit Nachbildern, bei Tieren mit direkter Messung untersucht werden. *c.* Das reflektorische Kleben des Blickes an einem fixierten Objekt und davon unabhängig das Kleben an der horizontalen Ebene. *d.* Die reflektorischen Augenbewegungen während einer Wasserspülung der Ohren. *e.* Die während der Galvanisation des Kopfes beobachteten Augenstellungen. *f.* Von der Lage des Labyrinths und der Stellung des Kopfes abhängige Augenstellungen. *g.* Pars pro toto. Bei jeder bestimmten Stellung des Rumpfes, des Halses und der Extremitäten in einer der sechs möglichen Primordialstellungen haben die Augen die Neigung die dazu gehörige Stellung einzunehmen.

Dasz bis jetzt die Augenbewegungen unter g nicht beachtet wurden, liegt wohl daran, dasz von den Forschern nicht die 6 primordialen Zwangsstellungen, wie sie durch Versuche am H.L.B. und an der striato-oculomotorischen Bahn am Versuchstiere nachzuweisen sind, berücksichtigt wurden. Von MAGNUS und auch von seinen Nachfolgern, u.a. REICH, wird die Stellung der Augen, die jeweils der der übrigen Körperteile entspricht, als „tonischer Reflex" aufgefaszt. Folgerichtig hat DE KLEYN die MAGNUS'sche Auffassung in einem direkten Versuch beweisen wollen.[2]) Dabei stiesz er jedoch auf gewisse, kaum zu überwindende Schwierigkeiten (schwere Blutungen) und schlieszt vorsichtigerweise: die Augenbewegungen seien zum Teil „Nackenreflexe". Mit HOGYIES', BARANYs und eigenen Versuchen ist die MAGNUS'sche Auffassung nicht in Einklang zu bringen, wie überhaupt die MAGNUS'sche Auffassung über die Zwangsbewegungen nicht den Tatsachen entspricht (vergl. SS. 79, 85). Das hat man übrigens von einem Reflex zu denken, dessen Latenz zwischen ¼ und 23 Sekunden schwankt?

---

[1]) FREEMAN: Arch. of Neurology, VII, 1922, S. 460.

[2]) DE KLEYN: Arch. Neerlandaise de Physiologie, II, 1918, S. 648.

Nachdem deshalb sowohl von seiten der deutschen und französischen als auch von den amerikanischen Forschern immer mehr Zweifel an der früher allgemein angenommenen Beziehung: vertikale Blicklähmungen seien von Vierhügelherden abhängig, geäuszert worden waren, gelangten SPILLER und L'HERMITTE dahin, diesen Zusammenhang auf Grund ihrer Befunde in kategorischer Weise zu leugnen; und das neurologische Interesse wandte sich immer mehr wiederum der Pathologie der vertikalen Blickstörungen zu (MARBURG, DI MARZIO, FUMAROLA [1]), AYALA [2]), ALAJOUANINE, THÜREL [3]) etc. Nach wie vor war hier in unsrer Kenntnis eine Lücke, die desto peinlicher empfunden wurde, weil nicht nur Neurologen, sondern auch Augen- und Ohrenärzte sich regelmäszig vor verwandte Probleme gestellt sahen. Wenn auch in den Fällen SPILLERS, CLOVIS VINCENTs u.a. die autoptischen Befunde vielmehr auf eine striäre als auf eine quadrigeminale Genese der vertikalen Blicklähmungen hinwiesen, so konnten doch diese Fälle für die Lösung des Problems nicht recht nutzbar gemacht werden, bevor diese Frage auch experimentell geklärt war. So konnten Untersucher wie L'HERMITTE [4]), SCHUSTER und KRAUS, diesen neueren anatomischen Befunden gegenüber erklären: „man kennt nicht die Pathologie dieser eigentümlichen Lähmungen, denn diese gelegentlich sehr basalen, ev. hypothalamischen Herde können unmöglich für die festgestellte Blicklähmung verantwortlich gemacht werden."

Ist es ein Wunder, dasz THOMAS und SCHAEFFER [5]) zu der Schlusz folgerung kommen, dasz wir seit PARINAUD keinen wirklichen Fortschritt gemacht haben: „toujours la même ignorance sur l'existence des centres supra-nucléares et le siège exact des centres corticaux; toujours la même doute sur la localisation". Wenn auch LÉRI noch der Meinung war, mit der vertikalen Blicklähmungen gehe immer eine Lähmung der Konvergenz einher, und LÉRI und BOLLACK erklärten, vertikale Blicklähmungen entständen nur durch Herde in der Nähe der III-Kerne, so hatten andre Beobachter nachgewiesen, dasz die Annahme dieses Zusammenhanges unhaltbar war. THOMAS und SCHAEFFER verwarfen, mit PARINAUD, BALLET, THÜREL die bekannte Theorie, nach welcher zwei Arten von Blicklähmung vorkommen sollten, diejenige, bei welcher auch die automatischen Augenbewegungen wegfallen i.e. die mesencephal lokalisierte, und diejenige, bei welcher nur der willkürliche Blick beeinträchtigt ist, i.e. die angeblich cortical lokalisierte. Äuszerungen einer gewissen Resignation blieben keineswegs vereinzelt; hat doch WILDER [6]) geäuszert: „Die Blicklähmung bildet vorläufig lokalisatorisch noch ein sehr schweres und umstrittenes

---

1) MARZIO und FUMAROLA: Rev. oto-neuro-ophth., 1930, VIII.

2) AYALA: Rev. Oto-neuro-ophth., 1930, S. 652.

3) ALAJOUANINE und THÜREL: Rev. Neur., 1931, I, S. 129.

4) L'HERMITTE und KRAUS: Soc. d'ophthalm. de Paris, Rev. Oto-neuro-ophth., II, 1924, S. 175.

5) THOMAS und SCHAEFFER: Rev. oto-neuro-ophth., VIII, 1930, S. 178.

6) WILDER: Monatschr. f. Psych., 59, 1924, S. 183.

Kapitel" und BING[1]) schrieb „Das physio-pathologische Substrat der Zwangshaltungen und -bewegungen ist noch recht dunkel und controvers". Ist es bei der Meinungsverschiedenheit ein Wunder, dasz MARBURG nach Anführung eines beobachteten Falles einerseits bemerkt, wie unsinnig es sei anzunehmen, dasz ein kleiner Herd des III-Kerns eine vertikale Blicklähmung herbeiführen könne, aber anderseits entgegenstehende Erfahrungen übersieht und schlieszt: das linke H.L.B. verursache Blicklähmungen nach oben, das rechte H.L.B. solche nach unten?

So blieb in der Nachkriegszeit die Frage der vertikalen Blicklähmungen an der Tagesordnung. Immer wieder versuchte man (MARZIO und FUMAROLA, HALBRON, ALAJOUANINE, DEREUX, THÜREL) vergebens, durch Bearbeitung der klinischen und anatomischen Angaben zu einer einheitlichen Auffassung der Tatsachen zu kommen. Das letzte Jahrzehnt zeichnet sich nichtsdestoweniger durch vorzügliche Übersichten über den Stand der Frage aus (SCHUSTER, AYALA, THOMAS, L'HERMITTE). Auf Vorschlag von BERTELSE und RÖNNE, BARANY, SCHUSTER, VINCENT, MARINESCO, VAN GEHUCHTEN und GAUDISSART versuchte man bei der klinischen Untersuchung durch Feststellung der rein reflektorischen Augenbewegungen ein differential-diagnostisches Merkmal zur Lokalisation der verschiedenen Herde zu finden. Meinerseits wurde, bevor mir das jetzige Material zur Verfügung stand, die Frage aufgeworfen, ob nicht die von FOIX und NICOLESCO beschriebenen (sich beim Menschen in der Nähe der Oculomotoriuskerne befindenden) Zellenansammlungen (Groupe médian und noyau cupuliforme) die gesuchten supra-nucleären Zentren sein sollten.[2]) In Hinsicht auf die inzwischen erfolgten vergleichend-anatomischen Resultate wurde diese vorläufige Ansicht durch spätere Erfahrungen überholt und meine volle Aufmerksamkeit wandte sich der Bedeutung der zentralen grauen Kerne für die Zwangsbewegungen nach oben und unten zu.

§ 3. Welchen Nutzen haben die vergleichend-anatomischen Untersuchungen der Forschung der vertikalen Blicklähmungen gebracht?

Nachdem es einmal auf Grund älterer und neuerer physiologischer und auch klinischer Beobachtungen immer wahrscheinlicher wurde, dasz der mediane und der laterale Kern der unteren Oliven für das Zustandekommen der Zwangsbewegungen nach unten und oben eine Rolle spielten (S. 129), wurden auch die oraleren Hirnpartien derjenigen Tiere Objekt genauerer vergleichend-anatomischer Betrachtung, deren Oliven beim vergleichend-anatomischen Studium besondere Verhältnisse gezeigt hatten. Zunächst wandte sich die Aufmerksamkeit denjenigen zwei Hirntypen zu, welche sich beim Studium der unteren Oliven gewissermaszen als Antipoden herausstellten: einerseits die aufrechtgehenden anthropoiden Affen

---

[1]) BING: Lehrbuch der Nervenheilk., 1921, S. 432.
[2]) L. J. J. MUSKENS: Rev. Neur., 1933, II, S. 287.

mit ihrem maximal entwickelten, reich gefalteten lateralen Olivenkern, anderseits die Wale mit ihrem dürftigen lateralen, aber gewaltig entwickelten medianen Olivenkern, welches ganz eigenartige Gebilde mit der, in der vertikalen Ebene und zwar nach *unten* gerichteten Bewegungsform dieser Tiere, in Verbindung gebracht wurde. Es wurde um so mehr Wert auf diese Korrelation gelegt, als man bemerkte, dasz die mediane Olive um so mehr entwickelt war, je mehr die Tiere (Wale) in dem erwähnten Sinne (etwa Fluchtreflex nach unten) eine praedominierende Bewegungsform hatten, z.T. aus dem Körperform ersichtlich. (vergl. KOOYs Abbildungen des Seehundes und des Braunfisches und HATCHEK und SCHLESINGERs Abbildungen des Delphins und diejenigen WILSONS von Balaenoptera sulfurea). Wenn auch selbstverständlich das Hirn solcher weit auseinander liegenden Tiergruppen mehrfach divergente Entwicklung darbot, so muszte das gegensätzliche Verhalten der Kerne der zentralen grauen Substanz doch ganz besonders ins Auge fallen. Vergl. Abb. 14 und Abb. 17, S. 135. Einerseits sieht man bei den Anthropoiden und noch mehr beim Menschen (Abb. 15 *b*), einen dorso-ventral gerichteten langgereckten grauen Kern, unter der Commissura posterior der Ventrikelwand anliegend, andrerseits bei den Walen ein vollständig transversal gerichtetes, die Medianlinie nicht berührendes Gebilde, der die Anatomen schon lange in seinem Wesen unverständliche Nuc. ellipticus. Als man einmal auf diese Verhältnisse aufmerksam geworden war, wurde ein ähnlicher Körper — im Hirn des Elefanten — Gegenstand einer genaueren Nachprüfung, und aus der Vergleichung des Elefanten- und des Walenhirns wurde es klar, dasz man es hier mit zwei verschiedenen Gebilden zu tun hatte; bei den Walen näml. ist der *laterale* graue Kern zu enormer Entwicklung gelangt; bei den Anthropoiden — und den Elefanten — der *mediale* Kern (vergl. Auseinandersetzung S. 135—140 und Kap. 26, S. 370). Wenn auch für den Physiologen die Frage der Funktion eines Organs erst dann als endgültig erledigt gelten kann, wenn der betreffende Versuch geglückt ist (Vernichtung des Organs geht mit wohl geprüfter Ausschaltung der Funktion einher!), so müssen doch jene vergleichend-anatomischen Verhältnisse einen bedeutenden Hinweis in dem Sinne geben: ob nicht die grauen Kerne wenigstens teilweise die supra-nuclären Zentren für die vertikalen Augenbewegungen darstellen. (Gelangten wir doch zum Resultat: Die Blickzwangsstellung ist als ein Teil der Zwangsbewegungen zu betrachten, identische anatomische Substrate liegen beiden zugrunde). Dasz auch die Befunde an weniger an das Wasserleben angepaszten Tierformen wie Seehunden und an andren mehr oder weniger für eine „vertikale Lokomotion" disponierten Tieren wie Eichhörnchen, Schlankaffen, Faultieren, an blinden Tieren, wie Maulwürfen — dasz dies alles doch blosz als mehr *indirekte* Beweisgründe aufgefaszt werden kann, ist ohne weiteres klar. Dasz dagegen die in diesem Werke an zwei denkbar reinsten Formen von Augenzwangsstand nach

oben und unten niedergelegten pathologischen Befunde direkt und positiv für eine solche Annahme sprechen, kann kaum bestritten werden. Finden wir doch im Falle der Zwangsstellung der Augen nach oben (d.h. Blicklähmung nach unten) eine weitgehende Vernichtung der lateralen grauen Kerne (Abb. 20 a, S. 251 und Abb. 21, S. 255), und dagegen im Falle der Zwangsstellung nach unten zwei Läsionsstellen, welche entweder den medialen grauen Kern in seiner caudalen Hälfte ansehnlich schädigen, oder so gelagert sind, dasz sie den von den grauen Kernen in die Oculomotorius-Kerne abflieszenden Impulsen schwersten Abbruch tun müssen (Abb. 22 b, S. 260). Schlieszlich sei erwähnt, dasz (auszer meinen eigenen Fällen) im einigen mir bekannten Fall von experimenteller Verletzung der grauen Kerne (der lateralen Kerne mehr als der medianen (Abb. 19, 11, 12 PROBSTS) der betreffenden Katze „der Kopf nach unten gezogen" wurde, S. 762 „der Kopf tief gesenkt gehalten wurde".[1])

§ 4. *Welchen Nutzen hat die anatomisch-physiologische Untersuchungsmethode der Blicklähmungsforschung gebracht?*

Obgleich man unter den physiologischen Beobachtungen des vorigen Jahrhunderts schon Hinweise finden kann, welche für die besondere Organisation der *vertikalen* Augen und Rumpfbewegungen gegenüber den sonstigen Bewegungen sprechen, gelang es weder den direkt auf die Augenbewegungen gerichteten Untersuchungen, noch den Beobachtungen mit Hirnrindereizung eine klare Problemstellung zu erreichen, wie sie uns in dieser Zeit von den Klinikern geboten wurde. In dieser Weise marschierten die Kliniker und die Anatomo-Physiologen auf verschiedenen Wegen und „vereint schlagen" kam schon deshalb nicht in Frage, weil die beiden Parteien kaum Kenntnis von ihren gegenseitigen Resultaten nahmen, was einen — wegen der vereinzelten und örtlich und zeitlich sehr zerstreut erscheinenden Mitteilungen — keineswegs wundernehmen kann.

Die Verbindungsbrücke zwischen der Physiologie und der Klinik wurde erst dann wieder geschlagen, als PROBST, VAN GEHUCHTEN, FRASER, KOHNSTAMM, QUENSEL, KARPLUS und ECONOMO, BESTA, und ihre vielen Schülern in allen Ländern, mit Hilfe des Experiments und der Osmiumfärbung die anatomische Analyse des Hirnstammes vornahmen. Wenn auch hier die ersten Resultate zunächst blosz das Verständnis der anatomischen Grundlage der *horizontalen* Zwangsbewegungen und Blickzwangsstellungen erleichterten (1901 SPITZER, auch 1914 meine Brain-Abhandlung), so wurde diese Untersuchungsreihe indirekt doch für das Studium der *vertikalen* Augenbewegungen von Bedeutung, weil man sich darüber klar wurde, dasz erst auf dem Boden einer besseren Einsicht

---

[1]) M. PORBST: Auch f. Psych., Bd. 33, 1900, S. 721. Die experimentelle Läsion war eine einseitige, und deshalb die Zwangsstellung wohl eine vorübergehende. Bleibende Zwangsstellung nach oben oder nach unten (meine oben erwähnte Fälle I und II) entstehen wohl ausschlieszlich nach beiderseitiger ähnlicher Läsion.

in die Organisierung der vertikalen Zwangsbewegungen (nach oben und unten) ein Verständnis der Physiologie der vertikalen Augenbewegungen erreicht werden konnte. Denn — das war nach dem Studium der Zwangsbewegung und Augenbewegungen in der horizontalen und frontalen Ebene klar geworden — es handelt sich im Falle der Zwangsbewegungen der Tiere und der Blickzwangsstellungen der Menschen um dieselben Funktionen; identische anatomische Substrate liegen beiden Phänomenen zugrunde. Hier hat sich als ein widriger Umstand geltend gemacht, dasz bei den üblichen Versuchstieren (Katze, Kaninchen) die Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene nur selten und geringgradig nach Hirnstammverletzungen oder Eingriffen irgendwo anders auftreten. Offenbar muszte man die Versuche auf solche Tierarten ausdehnen, deren Lokomotion sich in flüssigen Medien, weniger in der horizontalen und frontalen als vielmehr in der vertikalen Ebene abspielt. Erst nachdem diesbezügliche Versuche an Tauben und Goldfischen (Kap. 7, S. 56) angestellt worden waren, konnten einschlägige Versuche an höheren Tieren von Wert sein; wobei namentlich Verletzungen der Corpora striata und später der unteren Oliven Bedeutung erlangten. Dasz die unteren Oliven eine Rolle beim Zustandekommen der nach oben und unten gerichteten Lokomotion spielen, dafür spricht zunächst die Beobachtung der vertikalen Zwangsbewegungen nach Verletzung der medianen und lateralen Oliven, sowie auch gewisse an anderer Stelle [1]) veröffentlichten klinischen Beobachtungen (vergl. S. 129). Aber auch aus Versuchen wie diejenigen SPIEGELS (nach Durchschneidung beider H.L.B. ergibt Reizung des Vorderhirns vertikalen Nystagmus) und klinischen Beobachtungen geht hervor: Herde, welche die H.L.B. und die zentralen Haubenbündel schädigen, erschweren das Zustandekommen der vertikalen Augenbewegungen. PROBSTs Photogramme (Abb. 12–15) weisen auf nicht weniger als zwei Verbindungen zwischen den grauen Kernen und den Oculomotoriuskernen [2]) hin. Andrerseits hat eine erneute Revision des vorliegenden klinischen Materials keineswegs der auf diese Weise erschlossenen Bedeutung des Striatums, eben für die vertikalen Augenbewegungen, Abbruch tun können, vielmehr erscheint eine erfreuliche Parallelität zu existieren zwischen den anatomo-physiologischen Feststellungen über die vertikalen Zwangsbewegungen der Versuchstiere und die neueren klinisch-anatomischen Ergebnisse über die vertikalen Blickzwangsstellungen der Menschen. Da beide Untersuchungsreihen auf die hervorragende Bedeutung des Neostriatums als zentralsten Innervationsbezirks hinweisen, und nichts für eine corticale Beteiligung an diesen Funktionen angeführt wurde, so erscheint jetzt eine Nachprüfung der angeblichen corticalen Zentren für sämtliche koordinierten Augenbewegungen angebracht. Bei einer erneuten Bearbeitung dieser Frage wird man gewissen Erfahrungen besondre Auf-

[1]) MUSKENS: Arch. f. Psych., Bd. 102, H. 5, 1934.

[2]) PROBST: loc. cit.

merksamkeit widmen müssen (z.B. SHERRINGTON, SCHÄFER, VOGT und BARANY) und ebenso den Befunden der Autoren, die die Rindenerregbarkeit an Tier und Mensch untersuchten und feststellten, dasz von der Rinde her ganz andersartige und nur auf stärkere Ströme erfolgende Augenbewegungen zu erhalten waren; ein Umstand, auf welchen unlängst AYALA wiederum hinwies, als er sagte, dasz noch niemand einwandfreie vertikale Augenbewegungen durch Hirnrindenreizung hervorgebracht habe (vergl. § 19, S. 283).

§ 5. *Verletzung und faradische Reizung der Gebilde um die hintere Commissur.*

Nachdem die vergleichende Anatomie der Kerne des zentralen Höhlengraus (§ 3, S. 238) uns Hinweise gab in dem Sinne, dasz der mediane graue Kern Bedeutung habe für die Körper- (und Augen-) bewegung nach oben, der laterale graue Kern für die Bewegung nach unten, und anatomisch-physiologische Ergebnisse keineswegs dieser Annahme widersprachen, liegt uns ob, nachzuprüfen, ob Reizungsexperimente vorliegen, welche etwa diese Vermutung bekräftigen oder schwächen könnten.

Hier hat ADAMUK aus Kasan im Laboratorium des rühmlichst bekannten Physiologen DONDERS in Utrecht merkwürdige Resultate bekommen, welche, wie mir scheint, unsren höchsten Erwartungen entsprechen. Schreibt doch ADAMUK [1]) „wird die Reizung (am Hunde) in der Mitte zwischen den vorderen Hügeln, mehr nach hinten gemacht, so erfolgt Bewegung beider Augen nach oben, mit Erweiterung der Pupillen. Eine Bewegung nach oben geht desto mehr in eine konvergente über, je mehr nach hinten die Reizung stattfindet" (d.h. wohl Reizungseffekt der III-Kerne!). Reizte man den hinteren unteren Teil der vorderen Hügel, so bekam man starke Konvergenz mit Neigung nach unten; noch mehr die letzte Bewegung, wenn der Boden der Aquaeductus gereizt wurde (Anfang des Nuc. III). Die gelegentliche Bewegung nach unten ist mit Verengerung der Pupillen verbunden.

Wenn wir noch in Erinnerung bringen, dasz FERRIER bei Reizung der hinteren Vierhügel Kopf- und Augenbewegungen nach oben feststellte, und ZIEHEN [2]) bei Reizung des vorderen Vierhügels Heben des Hinterkörpers und Senkung des Vorderkörpers, Reizung mehr nach hinten Opithotenus, so spricht dies alles einerseits für die oculomotorische Bedeutung der grauen Kerne wie oben angegeben, andrerseits auch für die Lokalisation eines Beuge- und Streckerzentrums in den gleichen Gebilden. Reizung der seitlichen Teile der vorderen Vierhügel ergab nach ADAMUK konjugierte Deviation der Augen nach der nicht gereizten Seite. Dieser Effekt ist wohl der Reizung des Nuc. commissurae posterioris (in Über-

---

[1]) ADAMUK: Zentralblatt f. d. mediz. Wissensch., 1870, S. 65.

[2]) ZIEHEN: Arch. f. Psych., XXI, S. 886.

einstimmung mit den Verletzungsversuchen S. 119) zuzuschreiben, eben weil spätere Versuche zahlreicher Beobachter (BERNHEIMER, TOPOLANSKI, LUCIANI) die Unwirksamkeit sowohl der Verletzungen als auch der Reizungen des Tectums selbst ergeben haben.

Höchst merkwürdig ist es für denjenigen, der sich die Lage der supranucleären Zentren in der Nähe der hinteren Commissur, wie in diesem Werke auseinandergesetzt, gemerkt hat, jene Ergebnisse mit den Versuchen BECHTEREWs [1]) zu vergleichen. Da erfahren wir als Resultat von lokalen Verwundungen der Wand des dritten Ventrikels bei Hunden aber auch von lokalen Reizungsversuchen, dasz Rollbewegungen und HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung der Augen (d.h. Reizung des Nuc. interstitialis) den Effekt der Läsionen, resp. der Reizungen der anderen supranucleären Kerne maskieren, verdunkeln. Wenn B. aber in seinen Versuchen (Stiche in die zentrale graue Substanz von der Rachenhöhle aus) sich die Richtung des Stiches, und die Folgen der verschiedenen Versuche merkt, so bemerkt er, dasz die Stiche, die vor dei Commissura-Mollis fallen, stürmische Laufbewegungen auslösen: dasz nach Stichen mehr nach hinten (welche deshalb den lateralen grauen Kern treffen) der Kopf gesenkt gehalten wird; dasz die Stiche noch weiter nach hinten laterale Augenstellungen (wohl Effekt des Nuc. commissurae posterioris), und solche noch mehr nach hinten „HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung (Nuc. interstitialis) und schlieszlich Kulbutation nach hinten (medianer grauer Kern) auslösen.

Weil in diesen Versuchen weder die Autopsie mitgeteilt, noch die einzelnen Versuche gesondert besprochen werden, kann man nicht beurteilen, ob bei diesen Stichen die betreffenden Kerne selbst getroffen wurden oder deren striäre Verbindungen. Aus der Beobachtung der Richtung der Rollbewegung nach Stich in beide Commissurkerne (Manegebewegung nach der kranken Seite als abhängig von dem Nuc. commissurae posterioris: Rollbewegung nach der gesunden Seite als abhängig vom Nuc. interstitialis) kann man mit Sicherkeit schlieszen, dasz die beobachteten Erscheinungen nicht Reiz-, sondern Ausfalleffekte sind, genau so wie in meinen eigenen chronischen Versuchen.

Zu ähnlichen Vergleichen gibt das Werk von PRUS [2]) Anlasz. Dieser Autor beschreibt genau die Symptome die er beobachtet, wenn er an bestimmten Stellen seine feinen Elektroden in die Tiefe der vorderen Vierhügel versenkt. Ebenso wie FERRIER beobachtet er bei Reizung der vorderen Abschnitte (lateraler grauer Kern): Kopf nach unten, Reizung mehr nach hinten: Hebung des Kopfes (medialer grauer Kern).

Obwohl die Vorstellungen dieser Autoren, sowohl diejenigen BECHTEREWs, der das Kleinhirn als Hauptzentrum für das Gleichgewicht ansieht, dagegen die vestibulären Kerne, zentrale graue Substanz und Oliven als periphere Zentren, als auch diejenigen von PRUS: die Erscheinungen seien extrapyramidale Reflexbewegungen, jetzt auch durch weitere Erfahrungen als überholt gelten können, so verleihen diese ohne jedes Vorurteil niedergelegten Beobachtungen unseren auf ganz anderem Wege gewonnenen Ansichten über die beiden Commissurkerne und die beiden grauen Kerne eine nicht zu unterschätzende feste Basis.

Schlieszlich ist es nicht ohne Interesse daran zu erinnern, dasz LAFARQUE,

---

[1]) BECHTEREW: Pflüg. Arch. f. d. ges. Physiologie, Bd. 31, auch 33 und 34) 1880, S. 65.

[2]) PRUS: Wiener klinische Wochenschrift, 1899, S. 1124.

MAGENDIE, sowie bekanntlich NOTHNAGEL, stürmische „Laufbewegungen" und posturale Störungen in der vertikalen Ebene nach Verletzungen des Neostriatums beobachteten. Was die Pupilleninnervation betrifft, so spricht das Experiment (nach einem para-sagittalen Schnitt in die zentrale graue Substanz ist die gleichseitige Pupille maximal erweitert und gelähmt) für eine homolaterale Innervation, wie wir es auch auf klinische Beobachtungen hin annahmen (S. 235).

§ 6. Tabellen der vertikalen Augenzwangsstellungen mit Autopsie (Tabelle V, VI, VII).

Beim näheren Studium dieser Tabellen stellt sich heraus, dasz in einer groszen Mehrzahl der Fälle die Aquaeductgegend getroffen ist. Man kann deshalb sagen, dasz in der groszen Mehrzahl die Kerne der zentralen grauen Substanz in Mitleidenschaft gezogen waren. Die Ausnahmen von der Regel sind dreierlei; entweder handelt es sich um multiple kleinere Herde im Neostriatum (TILING, ROTH, ALAJOUANINE und THÜREL), einem Hirnabschnitt, der bekanntlich sowohl mit den zentralen grauen Kernen als auch mit den unteren Oliven Verbindungen unterhält, oder um Kleinhirntumoren, welche aber alle bis in die Gegend der hinteren Commissur (und des zentralen Graus) hineingewachsen sind, oder aber um Herde, welche im Hirnstamm caudal von der Commissurregion gelegen sind. Zu der letzten Kategorie gehört jedenfalls GOWERS' (Nr. 3) Fall, vielleicht auch derjenige HOPPES (15) und von BRUNS (2), alles Fälle, welche nicht mikroskopisch untersucht wurden. GOWERS' Fall ist insoweit zu verstehen, als es sich herausgestellt hat (S. 131), dasz Haubenherde um so eher vertikale Blickstörungen ergeben, je oraler (d.h. mehr in der Nähe der hinteren Commissur) sie liegen.

Im groszen und ganzen stimmt das Resultat mit der Annahme überein, zu welcher wir auf Grund vergleichend-anatomischer Überlegungen und anatomo-physiologischer und physiologischer Erfahrungen kamen, nämlich dasz wir in den Kernen der zentralen grauen Substanz die supra-nucleären Zentren für den vertikalen Blick zu sehen haben. Weiter stellt sich heraus, dasz es sich für gewöhnlich um doppelseitige Herde handelt, und dasz Tumoren für die anatomische Analyse weniger gute Anhaltspunkte liefern, als umschriebene Herde in der Nähe der hinteren Commissur. Weiteres Kap. 20, § 12, S. 267.

§ 7. Fall I. Beschreibung eines Falles von Zwangsstellung der Augen nach oben (sogen. „Blicklähmung nach unten").

Krankheitsgeschichte der Johanna Schütt, 49 Jahre alt. (Hufelandhospital, (Abt. Prof. SCHUSTER.) Tag der Aufnahme 10. 3. 1920; gestorben 5. 12. 1925.

Anamnese: Hereditär nihil. Pat. war als Kind und später gesund. Meno-

TABELLE V ZWANGSSTELLUNG DER AUGEN, ZUGLEICH NACH OBEN UND UNTEN (SOGEN. BLICKLÄHMUNG NACH UNTEN UND OBEN).

TUMOREN

STELLE	SYMPTOME	AUTOPSIE
1. HOPE, Dissertation Halle 1888	Pupillen starr	Sarcom vernichtet vorderen Teil des Aquaeducts. Tumor 13 × 6 × 6 mm. im Nuc. caudat.
2. BASEVI, Annali di Ottalm. 1889 S. 524		Nussgroszer Tumor (Tuberkel) mit Erweichung des L. Thalamus
3. EISENLOHR, Münch. Med. Woch. Schr. 1890. S. 364	R. Pupille weit. Träge Lichtreaktion R. u. L. Ptosis rechts	Kugel durch R. Orbitallappen am vorderen Fornixschenkel vorbei, dicht neben Kopf des Streifenhügels, am Boden des III. Ventrikels entlang, in das R. Vierhügelpaar eingekapselt. Zerstört: das zentrale Grau des Vierhügels, die tiefen Marklagen des R. vord. Vierhügels und Teil des III-Kerns, vorderer und hint. Vierhügelarm und Thalamus opticus.
4. SHARKEY, Brain 1894 S. 238	Lichtreaktion vorhanden. Convergenz gering.	Vierhügel-tumor in den L. Hirnschenkel hineinwachsend
5. GORDINIER, Jnl. Nerv. a. Ment. Dis. 1901. S. 543	Ptosis R. und L. Fällt nach L. (abh. vom R. Nuc. Interstit?). Pupillenreaktion und Convergenz gering	Neuroglioma der Vierhügel. Aquaeduct abgeschlossen. III-Kerne tordiert; deshalb Urteil schwer. Zentrale graue Substanz, im Tumor aufgegangen, geschädigt. Untergang malacischer III-Bündel und teilweise der Retroflexi
6. SPILLER, Section Ophthalm. Coll. Physic. Philadelphia 1907	Convergenz verloren	Kleines Sarcom, 2 bis 5 mm. im R. Hirnschenkel zum Aquaeduct bis zum unteren Abschnitt des III-Kerns
7. POENSGEN, Neurol. Zentralbl. 1906. S. 38	Pupillendifferenz. Laterale Augenbew. defekt	Wallnussgroszes Carcinom der vorderen Vierhügel
8. GRUNER und BERTOLOTTI, Nov. Iconogr. de la Salp. 1905. S. 159	Exophthalmie und Ptosis R. und L. Convergenz verloren, Pupillen weit, ungleich. Kleine Schritte	Caps. int. intakt. Erbsengrosze Tuberkel 8 mm. Durchschnitt, das Grau des Aquaeductes ganz, III-Kerne teilweise vernichtend
9. SCHNEIDER, Inaugural Diss. Erlangen 1897	Pupillenreaktion träge. Akkomm. u. Convergenz fehlen	Gliom des Sehhügels L. > R. und der vord. Vierhügel. Aquaeduct erweitert. Oedem des Striatums
10. BRUCE, Med. Surg. Transact. Edinburgh 47. 1900	Convergenz verloren. Augenbewegen nicht möglich, wenig n. unten. Fällt nach hinten	Gliom zwischen Vierhügel und Wand des III. Ventr. das zentrale Grau vernichtend. Infiltration der dorsalsten III-Zellen
11. SORGO, Neurol. Zentr. Bl. 1902. S. 642	Alle Augenbew. aufgehoben. Spur einer Lichtreaktion der Pupillen	Haselnuszgroszer Tumor im zentralen Grau, R. Tegmentum mesencephali, nach vorn bis zur Substantia nigra. R. zentrale Haubenbahn und beide H. L. B. entartet; beide III-Kerne vernichtet
12. HALBAN und INFELD, Arbeiten Obersteiner 14. 1902	Pupillen starr. Convergenz fehlt	Verkalkte Tuberkel, durch welche L. Retroflexus auf $1/5$ reduziert und zahlreiche striäre und thalamische Verbindungen zu den III-Kernen unterbrochen sind. III-Kerne anscheinend intakt
13. HECHST, Gesamte Neur. u. P. Bd. 142. 1932. S. 91	Blick nach oben und unten beschränkt. Katatonie Schlafsucht.	Tumor drängt Wände des IIIten Ventrikels auseinander; nuc. med. und lat. grisei vernichtet
14. M. BIELSCHOWSKY, Nervenheilk. 1902. S. 54	Laterale Beweg. beschränkt	Apfelgroszer Tumor der Haubengegend. Hint. Commiss. und zentrales Grau und vorderen Abschn. des III-Kerns vernichtend

HERDE

STELLE	SYMPTOME	AUTOPSIE
15. WERNICKE, Berl. Klin. Woch. Schr. 1876 No. 27		Herd im R. Thal. opt. Nuc. lentif. und vord. Abschnitt der Vierhügel. III-Kern nicht frei
16. TILING, St. Petersburg, Med. Zeit. 1874. S. 251	Keine willkürl. Augenbeweg. mit Erhaltung der reflektorischen. Conj. Dev. nach L.	Erweichungen: R. Basis des F. 2 und F. 3. L. Fa und hint. Abschnitt F 3 F 2. Keine Angaben über das Striatum
17. SPILLER, Jnl. nerv. a. Ment. Dis. 1909. Fall 3	Laterale Bew. gestört. Pupille R. > L. Lichtreaktion gut. Convergenz gestört	Blutung im tegmentum pontis. Ausdehnung nach vorn unbekannt (zentrale graue Substanz nicht frei)
18. TÖDTER, Klin. Monatschr. f. Augenheilk. 1906. S. 102	24-j. Mann mit Herzfehler. Augenbew. nach oben ganz, nach unten fast ganz gelähmt. Pupillen- u. a. Augenbew. frei	III-Kerne normal und symmetrisch. Keine Herde oder Cyste. Etwas weite perivasculäre Lymphräume
19. TOURNIER, Rev. d. Méd. 1898. S. 671	Conj. Dev. n. R., willkürl. Augen- und Gesichtsbew. unmöglich. Reflexbewegungen anwesend. Kopf fällt nach hinten	R. u. L.: Erweichung des äuszeren Glieds von N. lentif. und Caps. ext.-L.: Erweichung im Med. Abschn. des Thalamus. Caps. int. frei
20. W. ROTH, Congres int. Budapesth. 1909	Idem	Corticale und subcorticale Herde
21. FRANCAIS u. MAGNOL, Rev. Neur. 1923. S. 242.	10 Jahre Augenstörungen. Diplopie. Convergenz beschränkt. Pupillenstarre; vestibuläre Reaktionen normal	Corp. quad. H. L. B. und III-Kerne normal. „Altérations" in Gegend des Tuber cinereum.
22. L'HERMITTE u. KRAUS, Soc. d'opht. 1924. S. 220		Im Hypothalamus: Entartung im inneren 5ten Teil des Hirnschenkels (Tr. frontopont?)
23. J. DEREUX, Thèse de Paris 1926. S. 57; und S. 263 dieses Werkes	Pupillen gleich klein, reagieren nicht. Convergenz gut	Herd 8 × 6 mm, wo Aquaeduct in III. Ventr. mündet R. > L. Wahrscheinlich sind F. Retroflexus und Vicq d'Azyr zerstört. III-Kerne frei. Kleine Blutungen im zentralen Grau
24. ALAJOUANINE und THUREL, Rev. neur. 1931. S. 143	Vertik. Augenbew. und Convergenz unmöglich; automatische Reflexe u. a. Puppenkopf-Phänomen, auch Pupillenreflex vorhanden	Atheromatose der basal. Gefäsze. Hirn atrophisch. Lacunen ntl. a. d. Spitze des L. Pallidums. R. im hinteren Abschn. des Putamens. III-Kerne intakt
25. GARCIN, BERTRAND, FRUMUSAN, Rev. Neur. 1933 II S. 812	Vertikale Späh- und automatische Augenbewegungen fast ganz aufgehoben, ebenso die Convergenz. Pupillenreflex normal	L. Hemisphäre: kirschgroszer Herd im dorsalen Abschn. des Putamens. Herd im zentralen Grau, der auch den F. Retroflexus unterbricht. Auf beiden Seiten multiple Herde im Nuc. lenticularis, Sclerose des unteren Blattes des L. Nuc. dentat., des oberen Blattes der R. Hauptolive.

Tabelle VIa ZWANGSSTELLUNG DER AUGEN NACH UNTEN (SOGEN. BLICKLÄHMUNG NACH OBEN) DURCH **TUMOR**

STELLE	SYMPTOME [1]	AUTOPSIE
1. HENOCH, Berl. Kl. Woch.schr. 1864 S. 13	Pupillen erweitert, träge Lichtreaktion. R. Auge nach innen.	Tuberkel von der Grösze einer kleinen Bohne im L. Corp. quad. bis über die Mittellinie.
2. REINHOLD, D. Arch. f. Kl. Med. 1886 S. 5	Beim Versuch nach oben zu blicken, blosz Nystagmus. Pupillen weit. Reaktion?	Haselnusz-Tumor der Epiphyse drängt vordere Vierhügel auseinander u. n. hinten. Aquaeduct nach unten komprimiert. III-Kerne normal
3. GOWERS, Transact. Ophthalm. Soc. 1886 S. I	Geringe Lichtreaktion der Pupillen. Convergenz fehlt.	In der Mittellinie hinter und unter dem hinteren Corp. quad. ein sehr kleiner Tumor, der diese Gebilde, das Velum und den anliegenden Teil des unteren Wurms des Kleinhirns lädiert hatte; Wachstum nach vorn
4. NOTHNAGEL, Wien. Med. Blätter 1889 S. 756	Pupillen gleich, reagieren träge. R. VII-Lähmung für Mimik. Trunkenboldsgang	L. Thalamus (bes. laterale u. hintere Partien) enorm vergröszert. Tumor drängt die Wände des IIIten Ventr. auseinander
5. THOMSEN, Arch. f. Psych. 1887, S. 616	Pupillen klein; keine Reaktion. Convergenz gut	Tumor, den ventro-medianen Abschnitt beider Roten Kerne vernichtend; nach der Beschreibung sicher auch beide Retroflexi beeinträchtigend
6. O. HOPE, Inaug. Diss. Halle 1888	Pupillen reagieren auf Convergenz, nicht auf Licht. Akkommodation beeinträchtigt	Taubeneigroszer Tumor der Lamina Corp. quad., den Balken nach oben hebend. III-Kerne normal. Retroflexus — und damit die zentrale grauen Kerne — wahrscheinlich geschädigt
7. ILBERG, Arch. f. Ps. Bd. 24, 1894, S. 324	Lateralität geschädigt. Pupillenreaktion. Convergenz?	Kirschgroszes Gumma des L. corp. quad. nach vorn in den Thalamus wachsend. Caudaler Teil des III-Kerns im Tumor aufgegangen. Nucleus medianus grisei sicher infiltriert
8. RANSON, Lancet 1895, S. 1115	Lateralität geschädigt. Langsame Pupillenreaktion. Strabismus Conv. Amaurose	Tumor des hinteren Teils des L. Thalamus, die Vierhügel durchwachsend. L. > R; III-Kern frei
9. REICH, Neurol. Zentr. Bl. 1904, S. 662	Pupillenreaktion träge. Convergenz und Lateralität geschädigt	Kirschgroszer Tumor, hinten L. im Thalamus. Commissura post. links zerstört
10. LICHTHEIM, D. Med. Woch. Schr. 1892 S. 1093	Fall 1. Abduzenslähmung. Starre Pupillen	Glioma der Vierhügel, in den Thalamus R. hineinwachsend
11.	Fall 2. Abduzenslähmung. Starre Pupillen	Glioma der Vierhügel, in den Thalamus R. hineinwachsend
12.	Fall 3. L. Abd.lähmung	Tuberkel der Vierhügel, die vorderen Vierhügel freilassend
13. HOESLIN, Münch. Med. Woch. Schr. 1896, S. 292	Schwankender Gang. Lateralität gut. Pupillen weit	Walnuszgroszer Tumor der Epiphyse auf die Vierhügel und zentrales Grau übergreifend, R. und L. $2^1/_2$ cm. über die Mittellinie übergreifend
14. RAYMOND u. CESTAN, Rev. Neur. 1902, S. 52	L. Hemiplegie. Pupillen reagieren gut auf Licht und Conv. Blickbeschränkung nach R. u. L. Convergenz gut	Sclérose en plaques. Groszer Herd um den Aquaeduct, III- und IV-Kerne umfassend und Nuc. median. grisei vernichtend. Dicke 6 mm. R. Bindearm geschädigt. Medianer III-Kern und innerer u. vorderer III-Kern, obwohl im Herd, sind unbeschädigt (Marchifärbung). Nach vorn reicht der Herd bis zwischen die Roten Kerne
15. SPILLER, Jnl. Nerv. a. Ment. Dis. 1905	Fall 1. Lateralität geschädigt. Pupillenreaktion und Convergenz erhalten	Groszer Tumor im Tegmentum des Mesencephalons, in den Hirnschenkel hineinwachsend. III-Kerne intakt.
16.	Fall 2. Pupillenreaktion und Convergenz erhalten. Kompensatorische Kopfretraktion. Später Kopf n. vorn. Fällt nach vorn	Glioma, in den Hirnschenkel und zentrale graue Substanz einwachsend. L. IV-Kern zum 3. Teil intakt. Mediane Gruppe der III-Kerne intensiv verändert (chromophile Elemente sind feine Körner; Zellkerne zur Peripherie der Zellen verschoben). Auch die R. laterale Zellengruppe ist geschädigt [2].
17. KOELPIN, Arch. für Psych. Bd. 45, 1908 S. 297	Pupillen L. > R. keine Lichtreaktion. Convergenz gut. Geringe Schwäche des L. Rect. ext. Unsicherer Gang, kleine Schritte. Vornübergeneigte Haltung	III-Kerne sicherlich unberührt. Tumor und Blutung im L. Thalamus; ohne genaue Angabe der durch den Tumor vernichteten Gebilde. Sicherlich ist das basale Riechbündel betroffen
18. H. HOPPE, Jnl. Nerv. a. Ment. Dis. 1912 S. 110	R. Auge nur nach unten und innen, L. Auge nur nach unten beweglich. Pupillen starr. Fallneigung n. hinten u. Retropulsion	Tumor der Vierhügel, teilweise III- und IV-Kerne vernichtend und zentrale graue Substanz durchwachsend (?)
19. CASTEX u. CAMAUER, Rev. Oto-neur. Opht. Buen. Ayres. 1927 S. 123. No. 2	I. Zwangsstellung nach unten; um nach vorn zu blicken wird der Kopf n. hinten gebeugt. Anisocorie. Convergenz erhalten	Kompaktes Gliom, das von oben und hinten her beide Hirnschenkel auseinander drängt
20.	II Von Anfang an Zwangsstellung nach unten. Strabismus. Convergenz?	Vierhügelgliom, das L. Bindearm, L. Pyramidenbahn und die Wände des IIIten Ventr. auseinander drängt
21. ALAJMO, Boll. d'oculist. X. 1931 Nov.	Auch horiz. Nystagmus	Tuberkulöse Herde im Hirnschenkel, im Grau des Aquaeducts und in den III-Kernen.

Tabelle VI*b* ZWANGSSTELLUNG DER AUGEN NACH UNTEN DURCH **HERD**

STELLE	SYMPTOME [1]	AUTOPSIE
1. ROSSOLIMO, Neurol. Zentr. Blatt 1896 S. 631	Pupillen L. > R. fast reaktionslos	Langgestreckter Herd im zentralen Grau links, dessen caudaler Abschnitt dorsomedian vom Roten Kern liegt. Im Thalamus vorne bis nahe an den Nuc. ant., nach unten mit einem Sporn zwischen beiden Roten Kernen vordringend. Vordere Teile des III-Kerns zerstört
2. FREUND, Neurol. Zentr. Bl. 1913. S. 1215	Pupillenreaktion gut. Romberg. Pupillen R > L. Lichtreaktion träge	Herd 9 × 5 mm. im hinteren Abschnitt des R. Nuc. Med. thal., Darkschewitch' Kern und zentrales Grau zerstörend
3. L'HERMITTE, BOLLACK, C. FUMET, R. Neur. 1922 S. 81 No. 1	Pupillenreaktion u. Convergenz gut. L. Auge etwas abduziert. Kaltwasserprobe: R. und L. nicht normal (Wasser 20° C.) Effekt des galvan. Stroms normal	Vierhügel, H. L. B. und III-Kerne normal. Degeneration des Mittelstücks
4. CASTEX-CAMAUER, Rev. Oto-Neur. ophth. Buenos Ayres 1927 S. 122	Mydriasis. Hertwig-Magendie-Schielstellung (?)	Langgestreckte Erweichungszone, unterhalb des Aquaeducts, 6 bis 10 mm. breit, zu beiden seiten der Mittellinie
5. THUREL, Les Pseudobulb. Th. de Paris 1929. Obs. 1.	Lateraler Blick beschränkt. Pupillen normal. Convergenz? Abasie. Fallneigung n. hinten	Hinterer Teil des R. Putamen, vorderer des L. Putamen, stark lacunär. L. Roter Kern kleiner. R. Caps. int. atrophisch. III-Kerne intakt.
6. Obs. 2.	L. Hemiplegie	Mehrere Erweichungsherde in den Putamina bes. im unteren Abschnitt. Degeneration des med. Teils des Hirnschenkels. III-Kerne intakt.
7. SCHUSTER-MUSKENS, Nervenheilk. Bd. 70 1922 u. S. 255 dieses Werkes ausführlich.	Enge, lichtstarre Pupillen. Akkommodation erhalten. Unfähigkeit des R. Auges einem aufwärts bewegten Gegenstand zufolgen. Nur mit Fixation ein wenig Puppenkopfphänomen. Schwacher Kalorisationsnystagmus L. > R. Kein optomot. Nystagmus nach oben. Seit $3^1/_2$ Jahren krank. Horizontalreflex abwesend	Zwei Herde, R. umfangreicher und mehr oral als links, welche die III-Kerne nur in geringem Grade schädigen. Auf der Seite des gröszeren Herdes sind die neotriären Faser-Verbindungen mit den medianen grauen Kernen abgeschnitten. Reduktion an Zahl und Umfang der Ganglienzellen der medianen Zellgruppe (Foix und Nicolesco). Schädigung des Nuc. comm. post. und des Fasc. retrofl.

1) Wenn nicht ausdrücklich erwähnt, sind die lateralen Augenbewegungen normal.

2) p. 466. "Cells bordering on upper and median side of the R. lateral group are intensely degenerated".

TABELLE VII.
ZWANGSSTELLUNG DER AUGEN NACH OBEN (SOGEN. BLICKLÄHMUNG NACH UNTEN) DURCH TUMOR ODER HERD.

Autor und Stelle	Symptome	Pathologisch-anatomischer Befund
GEE, St. Bartolomews Hosp Rep. 1890, XXVI S. 106	Erst Augen nach innen, dann nach oben gerichtet. Kopf nach hinten. Konstanter vertikaler Nystagmus . Pupillen weit (starr?)	Tod nach 3 Monaten. Taubenei-groszer gelatinöser Tumor des vorderen Abschnittes des Cerebellums mit Fortsatz in der zentralen grauen Substanz und zwischen den Hirnschenkeln.
BRUNS, Archiv. f. Psych. Bd. 26, 1894 S. 299	Lähmung beider Blicksenker. Nackensteifheit und Kissenbohren. Ataxie. Fallneigung nach hinten. Pupillen gleich, reagieren gut.	Knolliger Tumor unter dem Velum, aus dem Kleinhirn nach vorn in die zentrale graue Substanz hineingewachsen. Crura cerebelli ad corp. quad. stark kompri miert; das Zwischenhirn auseinander ge drängt.
SCHUSTER-MUSKENS, Klinisch: Nervenheilk. Bd. 70. 1922 S. 105. Fall 1. Anatomisch in diesem Werke S. 243 und Rev. Neur. 1933 II S. 292	Spähbewegungen nach unten fehlen. Pupillen reagirten auf Licht träge, auf Akkomodation etwas besser. L. geringe Ptosis. Puppenkopf-Phänomen. Vertikaler Nystagmus auf Wasserspülen und Streifentrommel waren vorhanden. Fixations- und Horizontal-Reflexe erhaltenen.	Zwei symmetrische Herde (Abb. 20*a* S. 251) des Thalamus vernichten die zentrale graue Substanz und teilweise die medianen Thalamuskerne. Aufwärts: Faseratrophie bis in den Nuc. Caud. Abwärts Atrophie der mediansten Abschnitte der H. L. B. rechts, entsprechend der Schädigung des Nuc. Comm. post. durch den Herd.
THOMAS-SCHAEFFER, BERTRAND Rev. Neur. 1933 II S. 535	Spähbewegungen nach unten fehlen. Pupillenreaktion schwach auf Licht, gut auf Konvergenz, Fixierreflex nach unten teilweise erhalten. L. beschränkte Kaltspülungs-Nystagmus, R. fehlend.	Zwei Herde wie Fall SCHUSTER-MUSKENS S. 260, aber beide mehr lateral zwischen Aquaeduct und Rotkernkapsel, so dasz hier abführende Bahnen aus den lateralen Abschnitten vernichtet wurden. Nuc. Commiss. post. beiderseits teilweise darin aufgegangen.

pause seit einem Jahr, Menses früher regelmäszig. Angeblich seit etwa 8 Wochen ist Pat. krank.

Klagen: Flimmern vor den Augen, so dasz Pat. sehr schlecht sehen kann, Reiszen in den Armen, Schwäche der Beine, Inkontinentia urinae. Allgemeine Schwäche. Pat. war im Krkh. Friedrichshain. Die Beschwerden haben sich langsam entwickelt. — Status: Mittelgrosze Frau in leidlichem Ernährungszustand. Auffallende fleckig-braune Pigmentierung der Haut, die am Halse beginnt, die Brust verhältnismäszig freiläszt. Am Abdomen

und an der unteren Rückenhälfte konfluieren der Flecke. An den Armen und Beinen sind die einzelnen Flecke dicht nebeneinander, konfluieren zum Teil. Diese Pigmentierung ist angeblich im Krkh. Friedrichshain entstanden.

Protrusio bulborum. Augen fast stets nach oben gerichtet. Rechte Lidspalte etwas weiter als linke. Andeutung von GRÄFE und MÖBIUS. Kein STELLWAG. Pupillen reagieren träge auf Licht. Konvergenzreaktion vorhanden. Blick nach unten nicht möglich, sonst Augenbewegungen frei. Kornealreflex beiderseits normal. Fundus beiderseits normal. Keine deutliche Facialisparese. Zunge gerade. Kein Struma. Passive Motilität der Arme ohne Besonderheiten. Allgemeine Schwäche beider Arme ohne Lähmungen. Reflexe der Arme vorhanden. Bauchreflexe beiderseits vorhanden. Passive Motilität der Beine ohne Besonderheiten. Allgemeine Schwäche der Beine ohne Lähmungen. Patellar- und Achillesreflexe beiderseits vorhanden. Normale Sohlenreflexe. Sensibilität: Pinselberührungen werden überall gefühlt, für Nadelstiche besteht eine perimamilläre hypalgetische Zone. Keine Lagegefühlsstörung. Keine Ataxie. Innere Organe ohne Besonderheiten.

Kurzer Auszug (nach SCHUSTER) [1].

„Die 49-jährige Frau wurde Nov. 1919 komatös in das Krankenhaus Friederichshain eingeliefert. Dort hatte man starre Pupillen, eine Parese des N. oculomotorius und stark positiven Wassermann notiert. Als Pat. ungefähr 4 Wochen später auf meine Abteilung kam, war sie noch nicht völlig orientiert und konnte noch keine genauen Angaben machen. Bei der Untersuchung wurde als wichtigster Befund eine isolierte Blicklähmung nach abwärts bei normal erhaltener sonstiger Beweglichkeit der Bulbi (auszer einer Andeutung von konjugierter Deviation nach rechts) gefunden. Die Blicklähmung bestand bei monokulärer und binokulärer Prüfung und war auf beiden Seiten gleich stark ausgebildet. Die Pupillen reagierten auf Lichteinfall träge, auf Akkomodation etwas besser; das Gesichtsfeld war normal; der linke N. opticus war vielleicht ein wenig abgeblaszt.

Links war eine geringe Ptosis vorhanden. Im Laufe der Beobachtung verstärkte sich die Ptosis links und auch rechts trat leichte Ptosis auf. Der ganze übrige Befund war bis auf eine gewisse Unsicherheit des Ganges negativ. Auch das Gehör war normal. Während der Beobachtung besserte sich das geistige Verhalten und die Gehfähigkeit erheblich, die Blicklähmung blieb unverändert.

Wenn man der Patientin den Auftrag gab, nach unten zu „spähen" oder wenn man einen Gegenstand in den unteren Teil des Gesichtsfeldes brachte und die Kranke aufforderte auf ihn zu blicken, so war die Kranke dazu völlig auszerstande und erklärte, dies nicht zu können. Die Augen blieben unbeweglich in der Mittelstellung zwischen Hebung und Senkung

---

[1]) P. SCHUSTER: Nervenheilkunde, Bd. 70, 1922, S. 97.

stehen, *und auch die oberen Augenlider* gingen nicht nach unten. Patientin beugte in solchen Fällen nicht etwa den Kopf oder den Rumpf vornüber; sie wuszte offenbar, dasz eine solche Bewegung doch nichts nütze, sondern sogar eher schade. Fallneigung. Wenn Patientin einen im unteren Teil des Gesichtsfeldes befindlichen Gegenstand anblicken wollte, so konnte sie sich nicht anders helfen, als dasz sie den Gegenstand soweit in die Höhe hob, bis er von ihren in der Ruhestellungen befindlichen Augen erblickt werden konnte. Dieses Verhalten zeigte die Pat. jedesmal in gleicher Weise, gleichgültig ob sie lag, sasz oder aufrecht stand Nach allen übrigen Richtungen waren die Spähbewegungen, wie weiter oben schon mitgeteilt, völlig intakt. Trotzdem die Pat. somit nicht imstande war, willkürlich ihre Augen auf einen im unteren Teil des Gesichtsfeldes befindlichen Gegenstand zu richten, so konnte sie dennoch sehr häufig, wenn auch nicht konstant, einem Gegenstand mit den Augen folgen, wenn er vor ihr vom oberen Teil oder von der Mitte des Gesichtsfeldes nach unten bewegt wurde. Hierbei gingen die Augen in ziemlich normaler Exkursionsweite nach unten, und auch die oberen Augenlider, welche beim Spähversuch nicht gefolgt waren, folgten jetzt dem Auge.

Der interessanteste Versuch war folgender: Bewegte man den Kopf der Patientin in der Halswirbelsäule mit dem Kinn zur Brust hin, so gingen — gleichgültig ob Patientin stand oder lag — die Augen stark nach oben; bewegte man den Kopf in umgekehrter Richtung, so gingen die Augen vollkommen nach unten. Auch bei diesem Versuch muszte man bestrebt sein die Aufmerksamkeit der Pat. abzulenken.

Wenn die Bewegung des Kopfes in der Halswirbelsäule schnell ausgeführt wurde, so gelang der Versuch oft besser, als wenn der Kopf langsam bewegt wurde. Dies lag anscheinend daran, dasz die Pat. oft unbewuszt eine störende Augenbewegung machte. Es erwies sich daher als zweckmäszig, bei der Ausführung des Versuches eine papierüberspannte Brille, deren Papierbedeckung das untere Ende soweit überragte, dasz kein Zwischenraum zwischen unterem Rand und der Wange war, vor die Augen zu setzen. Liesz man die Patientin einen in der Mitte des Gesichtsfeldes befindlichen Gegenstand fixieren und drehte man dann den Kopf der Pat. nach oben, so erfolgte die Abwärtsbewegung der Augen in besonders deutlicher, scharf ausgeprägter Weise.

Um nun zu entscheiden, ob die Abwärtsbewegung der Augen bei Rückwärtsbeugung des Kopfes eine vom Labyrinth angeregte Bewegung sei, wurde folgende Prüfung vorgenommen:

Patientin wurde ganz flach auf ein horizontales Brett gelagert, so dasz die Halswirbelsäule nicht bewegt werden konnte und die Augen der Pat. in vertikaler Richtung nach oben blickten. Dann wurde das obere Ende des Brettes langsam gesenkt, während die Augen der Patientin zur möglichsten Verhütung des Fixierens mit der Papierbrille bedeckt waren. Beobachtete mann dann von der Seite her die Augen der Pat., so konnte

man feststellen, dasz die Augäpfel unbeweglich blieben, trotzdem das Brett über 45 ° nach abwärts gesenkt worden war.

Machte man die umgekehrte Bewegung mit dem Brett, das heiszt, richtete man das Brett mit der unbeweglich auf dem Brett fixierten Patientin mit dem Kopfende langsam nach oben, so dasz die Patientin in eine schräg stehende Stellung gebracht wurde, so blieben auch jetzt die Augen unbewegt. Machte man den geschilderten Versuch mit der Modifikation, dasz man die Pat., während das Kopfende des Brettes gesenkt oder gehoben wurde, einen in der Mitte des Gesichtsfeldes befindlichen Gegenstand anblicken liesz, so gingen die Augen nunmehr aufwärts, wenn das Kopfende des Brettes gehoben wurde, und abwärts, wenn es gesenkt wurde; allerdings war die Bewegung der Bulbi nicht so ausgiebig wie bei der Bewegung in der Halswirbelsäule.

Eine weitere Versuchsreihe wurde angestellt, um die Erregbarkeit des Labyrinths und die von ihm angeregten Augenbewegungen zu prüfen. Es war beabsichtigt, einen Vertikalnystagmus durch Drehung der Pat. auf dem Drehstuhl bei gleichzeitiger Seitenneigung des Kopfes zu erzeugen und dabei festzustellen, ob ein Nystagmus abwärts, also in der Richtung der willkürlich gelähmten Muskeln, zustande käme. Der Versuch gelang nur soweit, als festgestellt wurde, dasz durch Drehung sowohl vom linken als auch vom rechten Labyrinth aus entsprechender Nystagmus ausgelöst werden könnte.

Es gelang jedoch nicht, einen vertikalen Nystagmus zu erzeugen, sondern nur einen horizontalen. Denn die Pat. konnte nicht dazu gebracht werden, während der Drehung den Kopf in genügend intensiver Weise zur Schulter zu neigen, und so erhielt man jedesmal statt des vertikalen einen horizontalen Nystagmus.

Übrigens gelang von beiden Ohren aus die Erregung des Nystagmus durch kalorische Reize, wenn auch links eine gewisse Herabsetzung der Erregbarkeit bestand, Rechts trat Nystagmus nach Einlaufen von 100 g. 15 ° warmen Wassers, links erst nach Anwendung von 200 g Wasser auf. Der Vollständigkeit halber mag bemerkt werden, dasz Pat., wenn man durch irgendeinen der genannten Kunstgriffe die Augen nach unten gebracht hatte, jedesmal ohne weiteres imstande war, die Augen aus ihrer abwärts gerichteten Stellung willkürlich nach oben zu bringen. Auch bewegten sich die Augen in normaler Weise aufwärts, wenn Pat. die Lider zukniff.

Schlieszlich wurde die Pat. noch auf das Bestehen des sogenannten optischen Nystagmus geprüft. Dies geschah dadurch, dasz man der Pat. eine ca 40 cm lange und ca 20 cm im Durchmesser messende Walze, welche mit abwechselnd schwarzen und weiszen Streifen bedeckt war, vorhielt und sie aufforderte die schwarzen Streifen zu fixieren. Dann wurde die Walze langsam gedreht. Es zeigte sich nun, dasz sowohl, wenn die Walze in der einen, als auch dann, wenn sie in der anderen Richtung gedreht wurde, ein schwacher Nystagmus auftrat, dessen Richtung mit

der Drehrichtung der Walze wechselte. Der so entstandene Nystagmus war ein wenig ausgiebiger, und er trat nur zu Beginn des Versuches deutlich auf, später verschwand er offenbar infolge der Ermüdung der Patientin.

Es zeigte sich somit, dasz die willkürlich gelähmten Abwärtswender der Augen beim optischen Nystagmus funktionnierten.

Alles in allem: Fast keine neurologischen Erscheinungen auszer einer Blickzwangsstellung nach oben, d.h. Unmöglichkeit willkürlich nach unten zu spähen. Die Blickzwangsstellung nach oben wich vollständig auf reflektorische Reizung, passive und aktive Rückwärtsbewegung des Kopfes, zum Teil auch beim Folgen eines nach unten bewegten Gegenstandes und beim Drehen der Streifenwalze nach unten. Auf dem Drehstuhl in Seitenlage wurde ein vertikaler Nystagmus ausgelöst. Durch taktile und akustische Reizung konnte das Nachlassen der Augenzwangsstellung nicht erreicht werden. Sonst war eine leichte Ptosis l. und r. vorhanden. Die Pupillen reagierten auf Lichteinfall träge, auf Akkomodation etwas besser. Schlieszlich bestand zeitweilig eine Andeutung einer konjugierten Abweichung der Augen nach rechts."

Es handelt sich um einen ideal reinen Fall von Blickzwangsstellung nach oben („Lähmung" der Spähbewegung nach unten) mit Erhaltensein der reflektorischen Abwärtsbewegung der Augen, dessen Verlauf in mustergültiger Weise von einem der ersten Sachverständigen (Prof. SCHUSTER) untersucht wurde.

Schluszbetrachtung: In einem solchen Fall hat man zwar eine komplette Unterbrechung der „Willkürbahn für die Blickbewegung" nach unten anzunehmen (Lähmung der Spähbewegung nach unten), aber dazu eine beträchtliche Schädigung der supravestibulären Kerne für die Blickbewegung nach unten, denn verschiedene Reflexe (Folgen eines Objektes in die untere Gesichtshälfte) kamen nur unregelmäszig und inkonstant zustande.

§ 8. Anatomische Befunde.

Wir verfügen über eine nicht fortlaufende Schnittreihe, welche uns gestattet, ziemlich genau die Lage und den Umfang der zwei Thalamusherde festzustellen. Zur Orientierung über den Zustand der Grosz- und Kleinhirnrinde liegen relativ wenig Schnitte vor, jedoch genügen sie um festzustellen, dasz diese Hirnabschnitte herdfrei waren. Alle Präparate sind nach WEIGERT-PAL — bezw. nach der Doppelfärbung WEIGERT-PAL-karmin — gefärbt worden. Die Präparate sind zum Teil im Laboratorium des Hufeland-Hospitals in Berlin, zum Teil im Zentralen Hirninstitut Amsterdam, angefertigt worden.

Die Schnittrichtung ist frontal mit stärkerer Neigung der unteren Hälfte nach hinten, so dasz viele Schnitte den Eindruck von horizontalen Schnitten machen. Dies ist besonders der Fall im Mittelhirn, wo in der Schnitt-

reihe zuerst die Oculomotoriuswurzeln angeschnitten werden, und dann von unten her die Oculomotoriuskerne.

Obwohl der rechtsseitige Herd etwas umfangreicher ist als der linksseitige, nämlich in der Gegend der hinteren Commissur diese selbst schädigt (y in Abb. 20 *f*) und zum Teil den Nuc. commissurae posterioris vernichtet (was sich im teilweisen Untergang des rechten Tr. commissuromedullaris erweist, Abb. 20 *g*), so sind doch die beiden Herde merkwürdig symmetrisch gelagert, gehen quer durch die Thalami, vernichten einen groszen Teil der zentralen grauen Substanz und der Nuc. mediales thalami und bes. rechts einen beträchtlichen Abschnitt des Nuc. lateralis thalami. Beiderseits findet sich eine Erweichung der Ventrikelwand, so dasz die Herdhöhle mit dem Ventrikelraum in offener Verbindung steht. Die namentlich rechts weitgehende Halbierung des Thalamus zeigt sich an der starken Neigung der Präparate einzubrechen, was man u.a. auch in Abb. 20 *d* und *e* erkennt. Die beiden Herde sind anscheinend 1919 entstanden und als Folge einer Thrombose der beiden symmetrischen internen Äste der Art. tubero-thalamica, eines Astes der Art. communicans posterior, anzusehen (HILLEMAND, POPPI).

Abb. 20 *a* ist eine Photographie des Hirnstammdurchschnitts dort, wo der ventrale Abschnitt des Nuc. ant. noch in die Schnittfläche fällt, wo der Nuc. caudatus noch voll entwickelt ist, aber auf der ventralen Seite des Schnittes schon die Anfänge des Corpus mamillare zeigt. Das Putamen und Pallidum zeigen hier ihren gröszten Durchmesser. Das Sehnervenchiasma liegt weiter nach vorn. An den Sehnervendurchschnitten sieht man, dasz auf der linken Seite der Durchschnitt etwas caudaler als auf der rechten Hälfte des Schnittes fällt.

An dieser Stelle sind die ersten Anfänge beider Thalamusherde zu erkennen. Links ist das Loch im Präparat etwas breiter, weil ja links der Schnitt etwas caudaler fällt. Beiderseits bemerkt man eine Einbuchtung der Ventrikelwand, wohl durch Retraktion der 5-jährigen Narbe. Beiderseits ist die latero-dorsalwärts gerichtete Gewebelücke durch einen breiten Rand grauer Substanz von dem Fasciculus lenticularis getrennt und läuft vollständig diesem Bündel parallel. Zweifellos sich beiderseits die Fasc. mamillo-thalamici (VICQ D'AZYR) beeinträchtigt, am meisten links, denn erstens kann man in keinem der vorhandenen Schnitte dieses sonst so augenfällige Bündel aus dem Nuc. anterior in seiner graziösen Windung nach unten laufen sehen, und dann ist das Corpus mamillare rechts beträchtlich stärker entwickelt als links. In der etwas stärkeren Vergröszerung (Abb. 20 c) des etwas oraleren Schnittes (Abb. 20 b) sieht man — beiderseits — auf der dorso-medialen Seite des vernarbten Herdes schwächer gefärbte Stellen dorsalwärts sich verjüngen. In dem mehr oralen, in das Chiasma fallenden Schnitt (Abb. 20 b) trifft man diese helleren Partien, wie sie in die dichte Substanz der Capsula interna einmünden, besonders links (Abb. 20 c). Diese entfärbten Stellen verlieren sich etwa gegen die Mitte des Nuc. caudatus. Sie entsprechen m.E. den

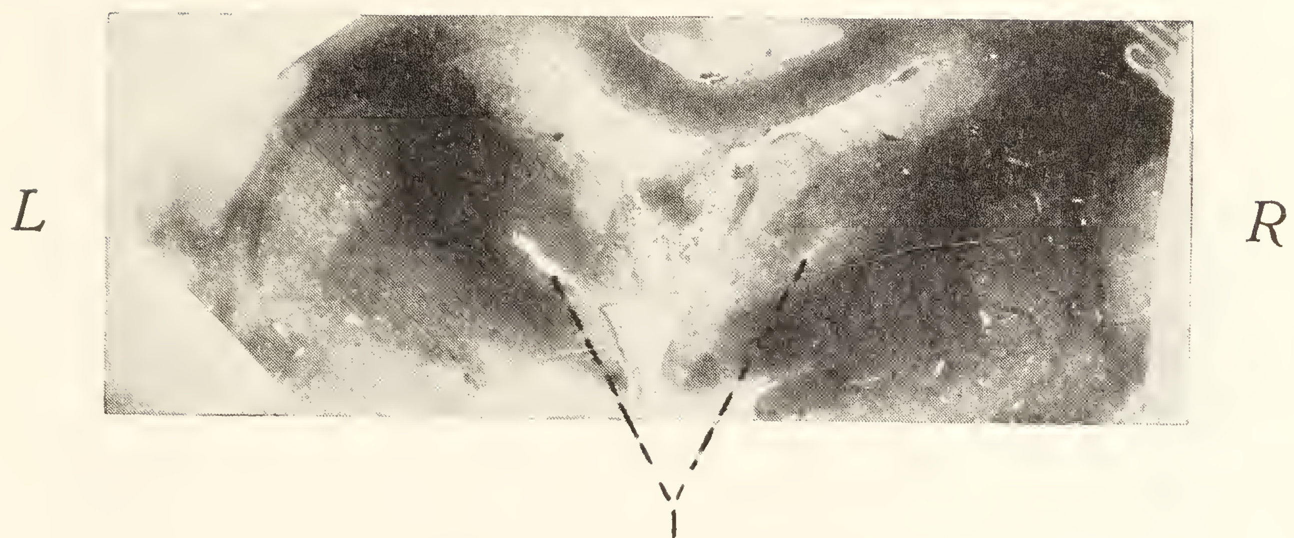


Abb. 20 *a*. Fall SCHÜTT.



Abb. 20 b. Querdurchschnitt mehr nach vorne. Beide Herde sind hier verschwunden.

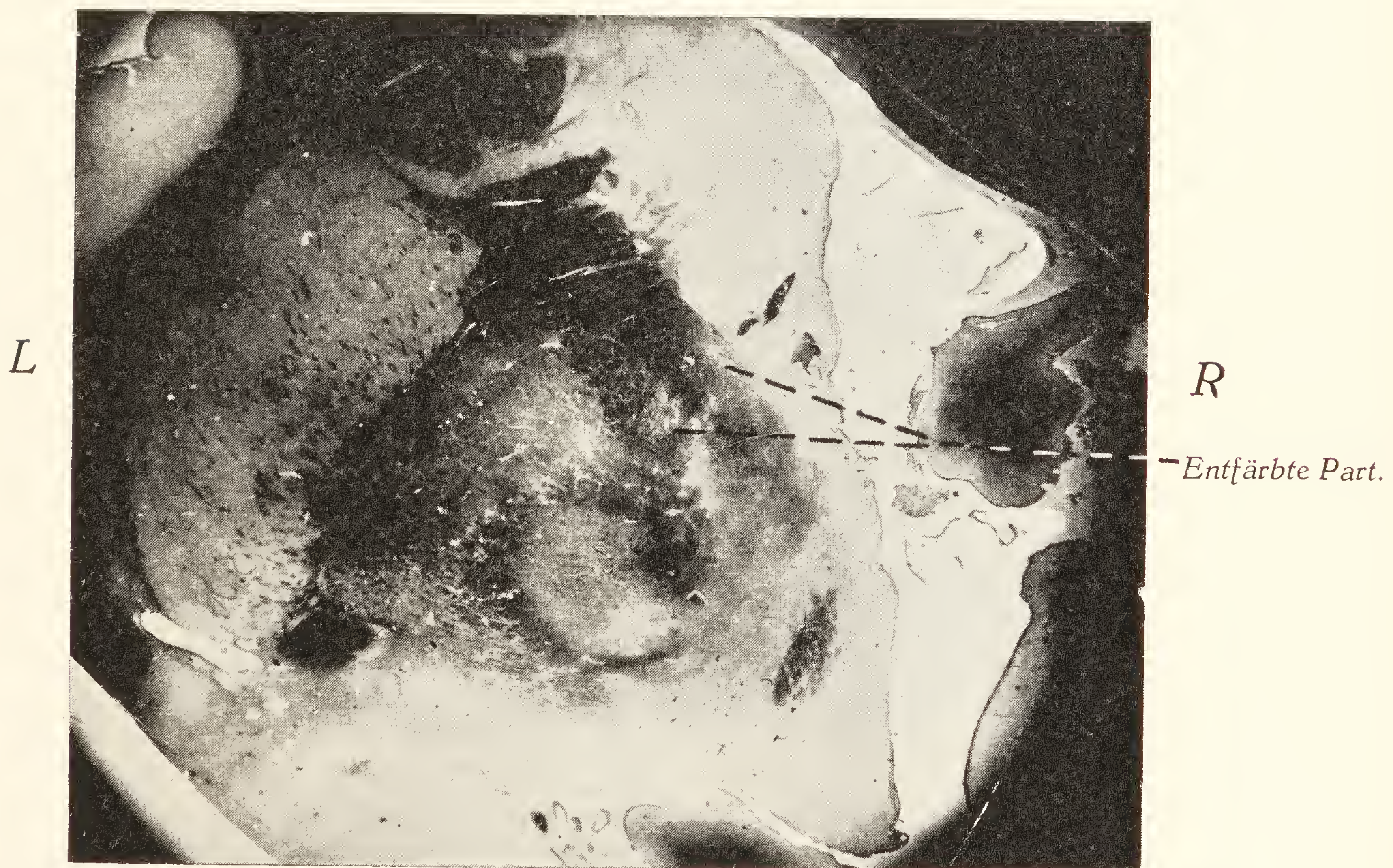


Abb. 20 c. Entspricht etwa der eingerahmten Partie von Abb. 20 *b*.

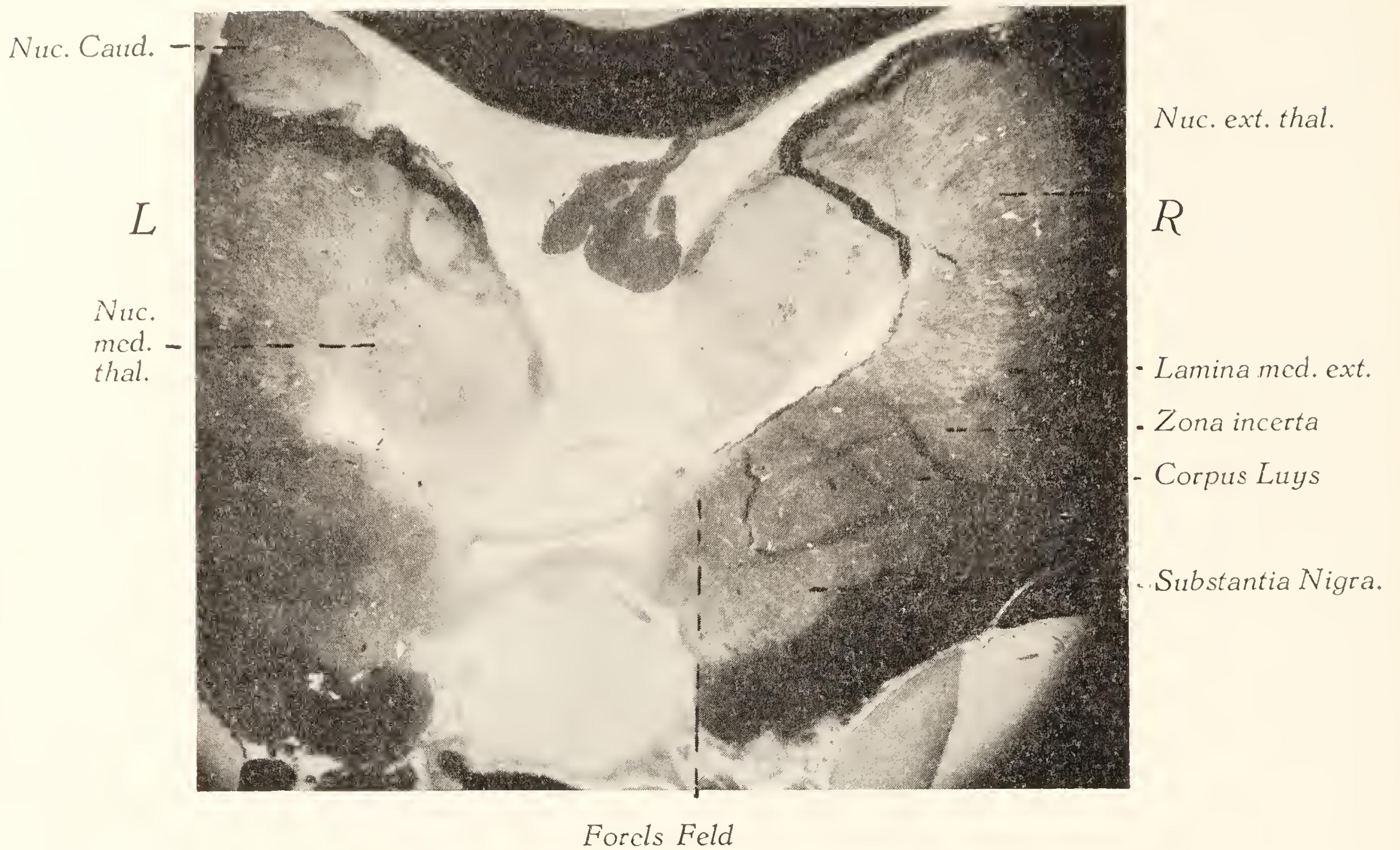


Abb. 20*d*. Durchschnitt mehr caudalwärts, so dasz l. der caudale Gipfel des Nuc. ant. thalami getroffen wird.

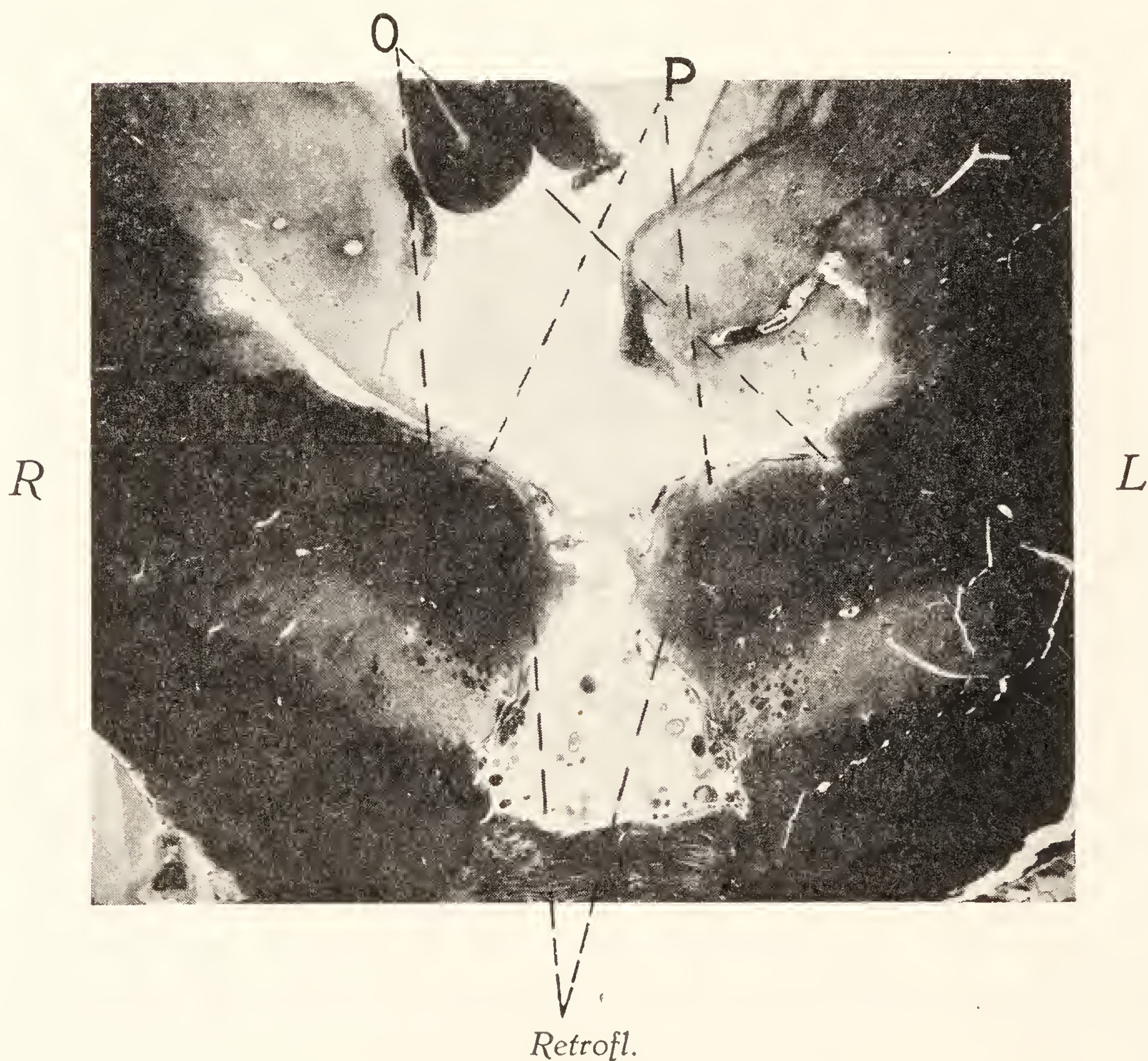


Abb. 20 e. Umgekehrtes Bild eines Schnittes etwas mehr caudalwärts. — Die symmetrischen entfärbten Stellen (O und P) deuten wohl den Verlauf des Retroflexus an.

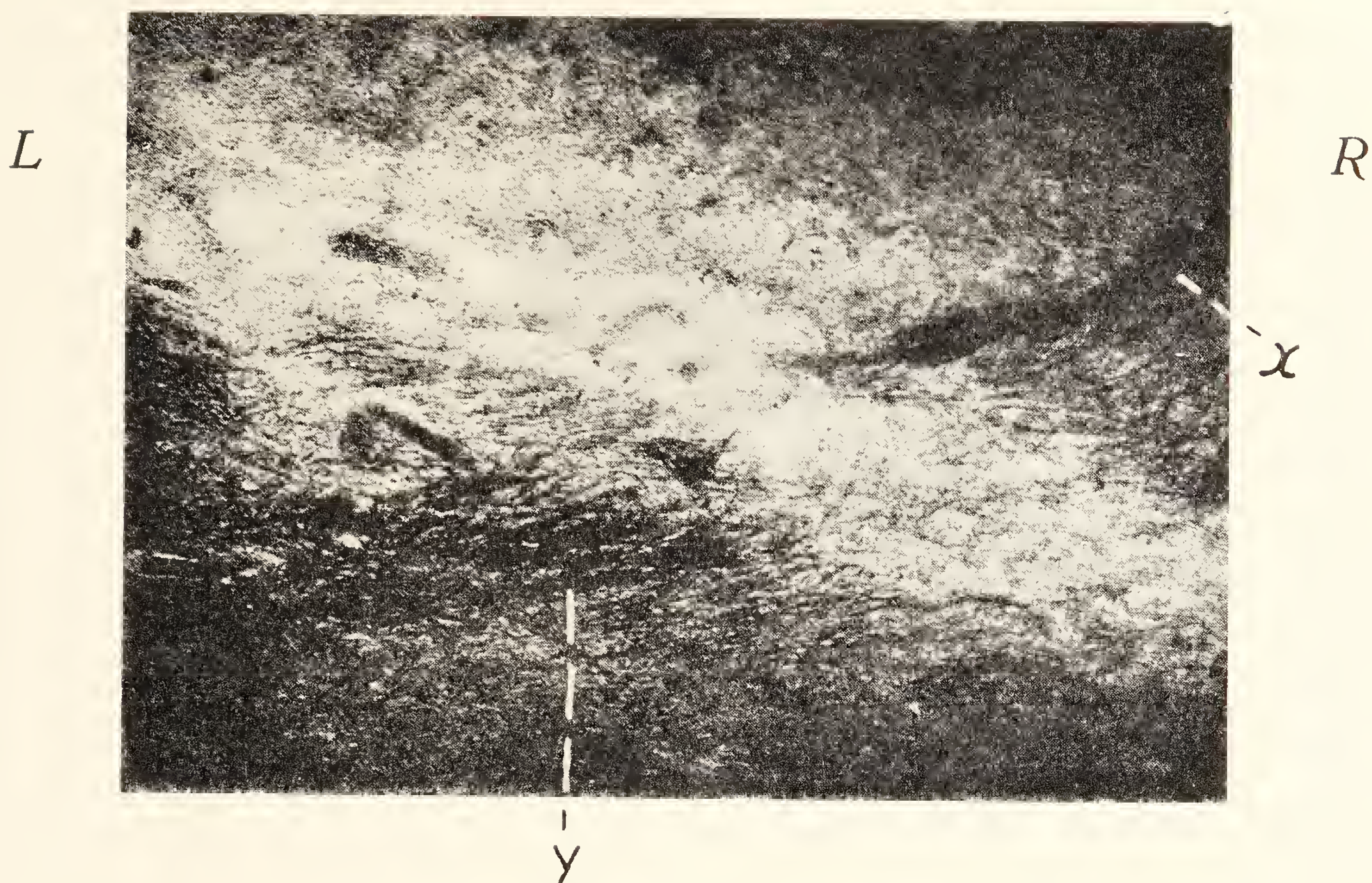


Abb. 20 f. Schnitt durch die hintere Commissur, in Abb. 21 c schematisch dargestellt. Die in letzterer schwarz angegebene Gewebelücke ist hier ein weiszer Fleck. Das mit x bezeichnete stark gefärbte in der Commissur gekreuzte Bündel ist jenerseits der Gewebelücke atrophisch; während das aus den lateralen Abschnitten des H.L.B. aufsteigende Bündel y jenseits der Lücke atrophisch erscheint.

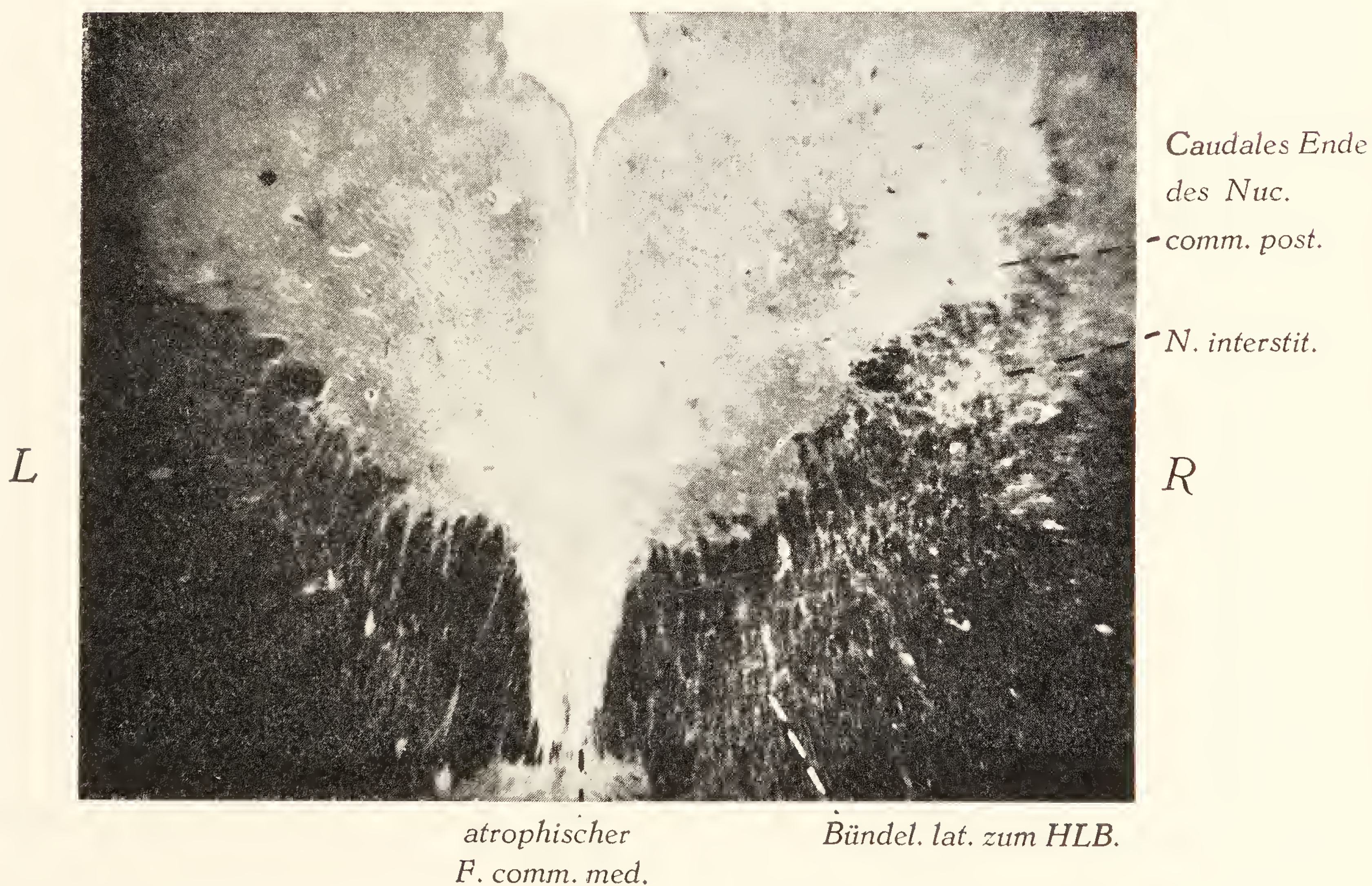


Abb. 20 *g*. Durchschnitt durch eine caudale Partie der Commissurgegend. Beide Commissurkerne sind z.T. indirekt, durch Ausfall von Commissurfasern, z.T. direkt durch den Herd (Abb. 20 f) heller gefärbt, d.h. teilweise atrophisch. Demzufolge sind rechts der Tr. commissuro-medullaris und Tr. interstitiospinalis teilweise atrophisch; deshalb sind rechts die mediansten Faserbündel des H.L.B. faserärmer als links.

zum Neostriatum (Caudatum) aus den Gewebelücken aufsteigenden (atrophischen) Verbindungen.

In Abb. 20 *d* finden wir beide Herde in voller Entwicklung, nur der rechtsseitige Herd dringt durch die Lamina medullaris interna hindurch bis in den Nuc. externus thalami. Die beiden Seiten lassen sich aber nicht genau vergleichen, da in diesem Schnitt die rechte Hälfte caudaler als die linke getroffen ist, was daraus ersichtlich ist, dasz l. noch der Nuc. anterior, rechts bereits die Habenula getroffen wurde. An dieser Stelle ist die Kommunikation zwischen den Herdlücken und dem Ventrikel noch nicht zustande gekommen. Hirnschenkelfusz, Substantia nigra, LUYS'scher Körper sind beiderseits anscheinend vollkommen normal. Während sich aus Abb. 20 *c* und *d* entnehmen läszt, dasz jedenfalls VICQ D'AZYRS Bündel beiderseits starke Einbüsze erlitten hat, belehrt uns Abb. 21 *d*, dasz das MEYNERT'sche Bündel (F. Retro, auch O. P. in der Abb. 20 e) relativ wenig gelitten haben kann. In den Schnittserien kann man zum Teil den aus dem Gg. habenulae hervorgetretenen F. retroflexus stark nach hinten gebuchtet dem Nuc. interpeduncularis zustreben sehen. Was in den früheren Schnitten rechts war, ist in Abbildung 20 e links. Weiter sieht man, dasz hier in dem halb-horizontalen Durchschnitt die Brückenfaserung und — namentlich auf der linken Seite (welche etwas caudaler fällt) — die durchschnittenen III-Fasern auftreten In diesem Schnitte sieht man beiderseits sich aus der Herdgegend je zwei entfärbte Faserpartien loslösen, welche, wie mir scheint, als Durchschnitte des partiell geschädigten F. retroflexus anzusehen sind (O, P).

In Abb. 20 *f* erkennt man den caudalen Zipfel des rechten Herdes, der sowohl teilweise die Faserung der hinteren Commissur unterbricht (vergl. auch Abb. Abb. 21 *c;* der Herd is hier schwarz gezeichnet) als auch einen Abschnitt des Nuc. commissurae posterioris vernichtet. Demzufolge ist der Tr. commissuro-medullaris rechts faserärmer als sein linksseitiger Trabant (Abb. 20 *g;* vergl. auch Abb. 21 *a* und *b)*. Hier möchte ich die Aufmerksamkeit auf die beiderseits r. > l. in den lateralen Abschnitten des H.L.B. (Abb. 20 *g)* gelegene Aufhellung lenken, welche ihrer Lage nach mit dem Bündel lateral von dem hinteren Längsbündel (PROBST, WALLENBERG, ECONOMO und KARPLUS) zu identifizieren sein dürfte. Hier findet man jedoch eine gewisse Anzahl atrophisch aussehender Ganglienzellen ins Gewebe verstreut. Die Lichtung rechts im zentralen Grau entspricht dem unteren Abschnitt des Nuc. commissurae posterioris und die darunter befindliche Aufhellung stellt den Nuc. interstitialis dar.

Nicht ohne allgemeines Interesse dürfte es sein in Abb. 20 *f* die medianen Bündel der hinteren Commissur (x), welche den Commissurkernen zustreben, gut gefärbt, d.h. nur wenig geschädigt, zu sehen; die lateralen Bündel (y), welche dem lateralen Horn des H.L.B. entstammen, sind ebenfalls gefärbt (d.h. gesund). Jenseits des schmalen Herdes findet man dieselben beiden Bündel entfärbt, atrophisch wieder. Der kleine Herd in

Abb. 20 *f* und 21 *c* ist deshalb instruktiv, weil er auf den Verlauf der Bahnen innerhalb der hinteren Commissur ein Seitenlicht wirft.

Abb. 21. Durchschnittserie durch die Kerne der zentralen grauen Substanz. Namentlich in den oralen Partien scheinen die lateralen Kerne von den Herden geschädigt. Man vergl. die normale Verhältnisse beim Menschen in Abb. 39, S. 383.

Schluszbetrachtung: In Übereinstimmung mit dem, was erwartet werden konnte, fanden sich die Verbindungen der lateralen (weniger der medianen) Kerne der grauen Substanz mit dem Neostriatum unterbrochen (deshalb Verlust des „willkürlichen" Blickes nach unten). Auch der laterale graue Kern selbst ist beiderseits (Abb. 21 *d, e*) durch die Herde schwer geschädigt (deshalb ist Überwiegen des medianen grauen Kerns anzunehmen — Blickstand nach oben — vergl. § 3, S. 380). Die Verbindung der Augenmuskelkerne mit dem seitlichen grauen Kern hat nur wenig oder nichts gelitten (weshalb reflektorischer Blick nach unten teilweise erhalten).

§ 9. Fall II. Blickzwangsstellung nach unten.

Georg Röhrig, 62 J. alt. (Aus dem Hufelandhospital, prof. SCHUSTERS Abteilung). In der Familie keine ernsten Nervenkrankheiten. Der Kranke hat angeblich mit 16. Jahren Pocken gehabt, nachdem er in früher Jugend verschiedene Kinderkrankheiten durchgemacht hatte. Er war sonst bis zu seinem 20. Jahre gesund. Mäsziger Nicotinabusus, dagegen nahm Pat. ziemlich regelmäszig Alkohol zu sich. Er ist etwas schwerhörig. Vor 20 Jahren trat bei der Arbeit Erbrechen auf, er war aber nach einigen Wochen wiederum für 2 Jahre arbeitsfähig. Im Läufe der nächsten 20

Jahre traten häufig Anfälle von Erbrechen auf, welche sich jahrelang wiederholten, aber immer wieder verschwanden, so dasz der Kranke wieder arbeiten konnte. Er wurde stets innerlich medikamentös behandelt. Seit 3½ Jahren unwillkürlicher Urinabgang. Seit einigen Jahren Abnahme des Gehvermögens. Das Erbrechen ist seit August 1919 nicht mehr aufgetreten. Seit dieser Zeit fühlt der Kranke sich zum Arbeiten und zum Gehen zu schwach. Er klagt über hochgradige Schwäche und Müdigkeit; keine Schluck-, Kau- und Spracherschwerung.

Status 20. 2. 1920. Elendes Aussehen. Gibt mit Anstrengung Auskunft. Zahlreiche kleine Angiome der Haut. Beide Pupillen sehr eng, lichtstarr; reagieren auf Akkomodation. Augenhintergrund normal. Arme gleichmäszig abgemagert. Augenbewegungen frei. Hirnnerven o.B.; rohe Kraft gering. Kraft der Bauchmuskeln ausreichend. Keine Muskelatrophien. Bei passiver Bewegung (scheinbar willkürliche) mäszige Spasmen. Etwas verlangsamte Schmerzempfindung an den Beinen. Beim Finger-Nasen-Versuch leichte Unsicherheit (H.L.B.?). Reflexe sämtlich auslösbar. Keine pathologischen Reflexe. Gehen, Stehen möglich, keine Ataxie. Cor usw. gut. Arteriosklerose mäszigen Grades. Starrer Thorax.

17. 5. 1920. Befund unverändert. Patellar- und Achillesreflexe normal. Keine pathologischen Reflexe. Bauchdeckenreflexe schwach. Pupillen eng. Augenbewegungen nach rechts, links und unten beiderseits gut möglich, Beweglichkeit nach oben unmöglich. Augen können nicht über die Horizontale nach oben hinausbewegt werden. Bei Bewegungen des Kopfes nach unten bleiben die Augen in horizontaler Lage. Bei Bewegungen nach oben bewegen sich die Augen nach unten.

18. 5. Spasmen. Rollenversuch: Wenn die Streifen der Rolle, vom Patienten aus gesehen, sich nach unten bewegen, so tritt beim Beginn der Prüfung schwacher Nystagmus auf, der bald schwindet (Ermüdung). Bei umgekehrter Streifenführung (nach oben) kein Nystagmus und keine Aufwärtsbewegung der Augen. Auch unter Führung eines bewegten Objektes keine sichere Bewegung aufwärts. Bei passiver Bewegung des Kopfes nach hinten tritt eine leichte Abwärtsbewegung der Augen auf. Die umgekehrte Bewegung, Vorwärtsbeugung des Kopfes, erzeugt leichte Aufwärtsbewegung der Augen. Nach Vorhalten der Papierbrille keine sichere Abwärtsbewegung mehr. 17. 5. '20. Beim Zukneifen der Augen bewegt sich der Bulbus aufwärts; dabei geht das rechte Auge ziemlich stark nach oben und auszen während das linke Auge in der Mittellinie bleibt. 25. 5. '20. Versuch auf dem SCHUSTER'schen Brett: Heben nach oben: die Augen gehen nach unten. Senken nach unten: Augen gehen bis zur Horizontale aber nicht darüber hinaus. 22. 5. Auch heute sind die Bewegungen bei passiver Kopfbewegung völlig frei. Bei passiver Kopfbewegung und gleichzeitiger Fixierung des vorgehaltenen Fingers gehen die Augen nicht nach oben. Auch bei aktivem Rückwärtsbewegen des Kopfes gehen die Augen nicht nach oben.

27. 6. '20. Beim Blick nach oben bleibt das linke Auge unbeweglich, das rechte geht eine Spur einwärts. 20. 8. Keine Steifheit der Beine. Beim Zukneifen des einen Auges geht auch das andre nach oben. Patient somnolent. 23. 8. '20. Untersuchung Prof. HAIKE: rechtes Ohr nach Einspritzung von 400 gr. 15 ° Wasser: Nur vereinzelte nystagmiforme Zuckungen bei Blicken nach links (rechter Nuc. commissurae post. geschädigt!). Bei Blicken nach rechts keine Zuckungen. Linkes Ohr nach 200 gr. 15 ° Wasser ganz geringer Nystagmus nach rechts. Lage-Gefühlsprüfung negativ. 26. 8. '20. Ohruntersuchung: Flüstersprache: L.=R.=O. Umgangssprache: auf 6—7 m gehört.

Knochenleitung beiderseits vorhanden, r. > l.

Es läszt sich nicht entscheiden, wieviel zentral bedingt ist. Verkürzung der Knochenleitung möglicherweise als Alterserscheinung, entweder eine Labyrintherkrankung oder zentrale Ursache.

31. 8. '20. Dreht man die Rolle dermaszen, dasz die schwarzen Streifen vom Patienten aus gesehen von oben nach unten gehen, so tritt Zuckung der Augen abwärts ein; umgekehrt keine Bewegung. 11. 9. '20. Patient klagt über Schmerzen im Bauch. Starke „défense musculaire" sämtlicher Bauchmuskeln. Starke Druckempfindlichkeit des ganzen Abdomens. Exitus.

Also: *Spähbewegungen nach oben fehlen vollkommen.* Der Kranke war aber auch auszerstande, einem von der Mitte des Gesichtsfeldes langsam nach aufwärts bewegten Gegenstande mit den Augen nennenswert zu folgen. Die Bulbi, besonders der linke, bewegten sich hierbei nur spurweise nach aufwärts.

Bei passiver Kopfbewegung nach vorne blieben die mit der Papierbrille bedeckten Augen in der Ruhestellung, gingen also nicht wie bei unserem ersten Fall in einer der passiven Kopfbewegung entgegengesetzten Bewegung nach aufwärts. Bei der Kopfbeugung nach hinten bewegten sich die Augäpfel ganz wenig abwärts. Die Unbeweglichkeit der Augen bei diesem Versuch bestand jedoch nur für den Fall, dasz nicht fixiert wurde. Liesz man den Pat. einen in der Mitte des Gesichtsfeldes befindlichen Gegenstand fixieren und bewegte dann passiv den Kopf abwärts, so gingen die Augen etwas aufwärts.

Bei der Lagerung des Pat. auf das horizontale Brett mit festgestellter Halswirbelsäule ergab die Senkung oder die Hebung des Kopfendes keine Aufwärtsbewegung. Dagegen schien die Hebung des Kopfendes anfänglich eine leichte Abwärtsbewegung der Augen zu ergeben. Diese Bewegung blieb aber aus, wenn man den Pat. durch Vorhalten der Papierbrille am Fixieren hinderte (Also der Fixationsreflex ist teilweise vorhanden bei Abwesenheit des Äquatorialreflexes).

Die Untersuchung des labyrinthären Apparates konnte mit Rücksicht auf den elenden Allgemeinzustand des Pat. nicht auf dem Drehstuhl vorgenommen werden, sondern es konnte nur die kalorische Erregbarkeit geprüft werden. Prof. HAIKE fand, dasz rechts bei Anwendung

von 400 g 15 ° warmen Wassers vereinzelte (schnelle) Zuckungen nach links auftraten und das links bei 200 g Wasser derselben Temperatur ein ganz schwacher Nystagmus nach rechts auftrat. Diese Beobachtung stimmt mit den anatomisch-physiologischen Erfahrungen überein und weist darauf hin, dasz der in diesem Falle wenig geschädigte linke Tr. commissuro-medullaris mehr die konjugierte Deviation nach links beherrscht, und die langsame, nach links gerichtete Componente der Nystagmus-Deg. Dagegen hat der rechte Tr. commissuro-medullaris erheblich gelitten (Abb 22*f*); deshalb jedoch keine konjugierte Deviation, sondern stark geschwächte reflektorische, nach rechts gerichtete langsame Nystagmus-Componente. Schwindelgefühl, Übelkeit oder der gleichen fehlten.

Die Untersuchung des akustischen Apparats ergab: eine erhebliche Schwerhörigkeit; Flüstersprache wurde beiderseits nicht gehört, Umgangssprache auf 6 bis 7 m Entfernung. Die Knochenleitung war beiderseits, besonders rechts, verkürzt. WEBER wurde nach links lateralisiert und der RINNE'sche Versuch war rechts und links positiv. Prof. HAIKE war der Ansicht, die Schwerhörigkeit sei möglicherweise eine Alterserscheinung.

Die Prüfung mit der schwarz und weisz gestreiften Rolle liesz beiderseits anfänglich einen schwachen Nystagmus feststellen, wenn die schwarzen Streifen (vom Pat. aus gesehen) von oben nach unten gingen. Dieser Nystagmus hörte jedoch sehr bald auf (Ermüdung?) (s.a. Fall I, S. 249). Wenn die Rolle umgekehrt bewegt wurde, d.h. wenn die Streifen von unten nach oben stiegen, trat kein Nystagmus und keine Aufwärtsbewegung der Augen auf.

Schluszbetrachtung: Die Augen gehen auch bei diesem Fall „willkürlich" nicht über die Horizontale hinaus. Während im ersten Fall (§ 7, S. 245) labyrinthärer und optomotorischer Nystagmus, Fixier- und Äquatorialreflexe partiell und das Puppenkopfphänomen tadellos vorhanden waren, findet man beim 2. Fall dies alles abwesend auszer einem partiellen Fixierreflex. Selbst der Augenhebereflex beim kräftigen Augenschlusz ist unvollständig da. Auf Grund dieses Vergleichs wäre in diesem 2. Fall vor allem eine Unterbrechung derjenigen Reflexbögen zu erwarten, die in dem supranucleären Kern ihren Abschlusz finden. Während im ersten Fall hauptsächlich die neostriären Verbindungen des supra-nucleären Kerns geschädigt sind, und dabei auch der Kern selber, ist im 2. Fall der Nachdruck auf die Verletzung des supra-nucleären Kerns und dessen Verbindungen mit den III-Kernen zu legen.

§ 10. Anatomische Befunde des 2. Falles (Blickzwangsstellung nach unten).

Zur Verfügung stehen verschieden (NISSL, Karmin, HEIDENHAIN, Thionine) gefärbte, seit mehreren Jahren aufgeklebte, ziemlich dicke Querschnitte des Hirnstammes zwischen dem oberen Abschnitt der Brücke

und dem hinteren Teil des Roten Kernes. Weiter liegen ebenfalls ziemlich dicke Horizontalschnitte des vorderen Teiles des Hirnstammes vor. Doppelfärbung WEIGERT-PAL-Karmin. Diese Zweiteilung des Hirnpräparats ist zu bedauern, weil dadurch der hintere Abschnitt des Bezirks, auf den es ankommt, in Frontal-, der vordere Abschnitt in Horizontalpräparaten vorliegt, was die Beurteilung erschweren kann.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dasz sich hier knapp vor und dorsal-median von den III-Kernen zwei ziemlich symmetrische Herde finden, von welchen der rechtsseitige weizenkorngrosz ist, der andere (linksseitige) kaum Stecknadelkopfgrösze besitzt. Während der kleine linksseitige Herd fast ganz in den hinteren frontal geschnittenen Abschnitt fällt, findet man den gröszeren rechtsseitigen Herd zur Hälfte in dem Brückenabschnitt des Hirns, zur anderen Hälfte im horizontal geschnittenen Thalamusblock. Er vernichtet den lateralen Abschnitt des rechten III-Hauptkerns und des rechten H.L.B.; in der Hälfte des Thalamusstücksfindet man den postero-medialen Teil des Roten Kerns erweicht (Abb. 22 *a*). Verfolgen wir jetzt an den Schnitten die Verhältnissse, wie wir sie mit dem Mikroskop wahrnehmen können.

Schnitt 139, Abb. 22 *f* zeigt eine allgemeine Reduktion sämtlicher das H.L.B. zusammenstellenden Faserbündel. Bei stärkerer Vergröszerung sieht man, wie rechts der Tr. commissuro-medullaris (die mediansten Faserbündel des H.L.B.) faserarm erscheint, und dessen Areal sklerosiert. Weiter ist der mediale und intermediane Abschnitt des rechten H.L.B. in dorsoventraler Richtung geschrumpft, und vor allem das laterale Horn der rechten Seite fast ganz verloren gegangen, (Abb. 22 *f*, S. y). Dieser Schnitt 139, wo die ersten Anfänge der medianen und der latero-ventralen III-Kerne erscheinen, zeigt, obwohl durch Wassertropfen verunreinigt, diese Verhältnisse des H.L.B. Die mit x angedeuteten Faserbündel des linken H.L.B. sind nur spärlich auf der rechten Seite aufzufinden; y deutet das lateralste kompakte Faserbündel des H.L.B. an.

In Schnitt 100 trifft man auf den Nuc. IV, der links etwas schmächtiger und aus kleineren Ganglienzellen zusammengesetzt erscheint.

In Schnitt 240 (Abb. 22 d) ist der Oculomotoriuskern in voller Entwicklung etwa zwischen vorderem und mittlerem Drittel getroffen, und es finden sich hier die Durchschnitte der caudalen Teile beider Herde. Der linksseitige Herd tut sich hier als eine einfache Gefäszerweiterung vor und zwar eines von unten aufsteigenden Gefäszes, das zweimal angeschnitten wurde. Dagegen erkennt man im rechtsseitigen Herd den viel gröszeren Umfang der Erweichung, deren zerfetzte Umrandung tief in das zentrale Grau einschneidet. Der mediane (Perlia) und ventro-laterale III-Kern ist beiderseits gut entwickelt. Der links sich abhebende lateral-dorsale Kern ist rechts so gut wie nicht vorhanden. Dagegen hat sicherlich links auch der groszzellige III-Hauptkern in seinen lateralen Abschnitten gelitten.

Noch etwas weiter nach vorn (Schnitt 290) fällt der Schnitt in Abb. 22 b.

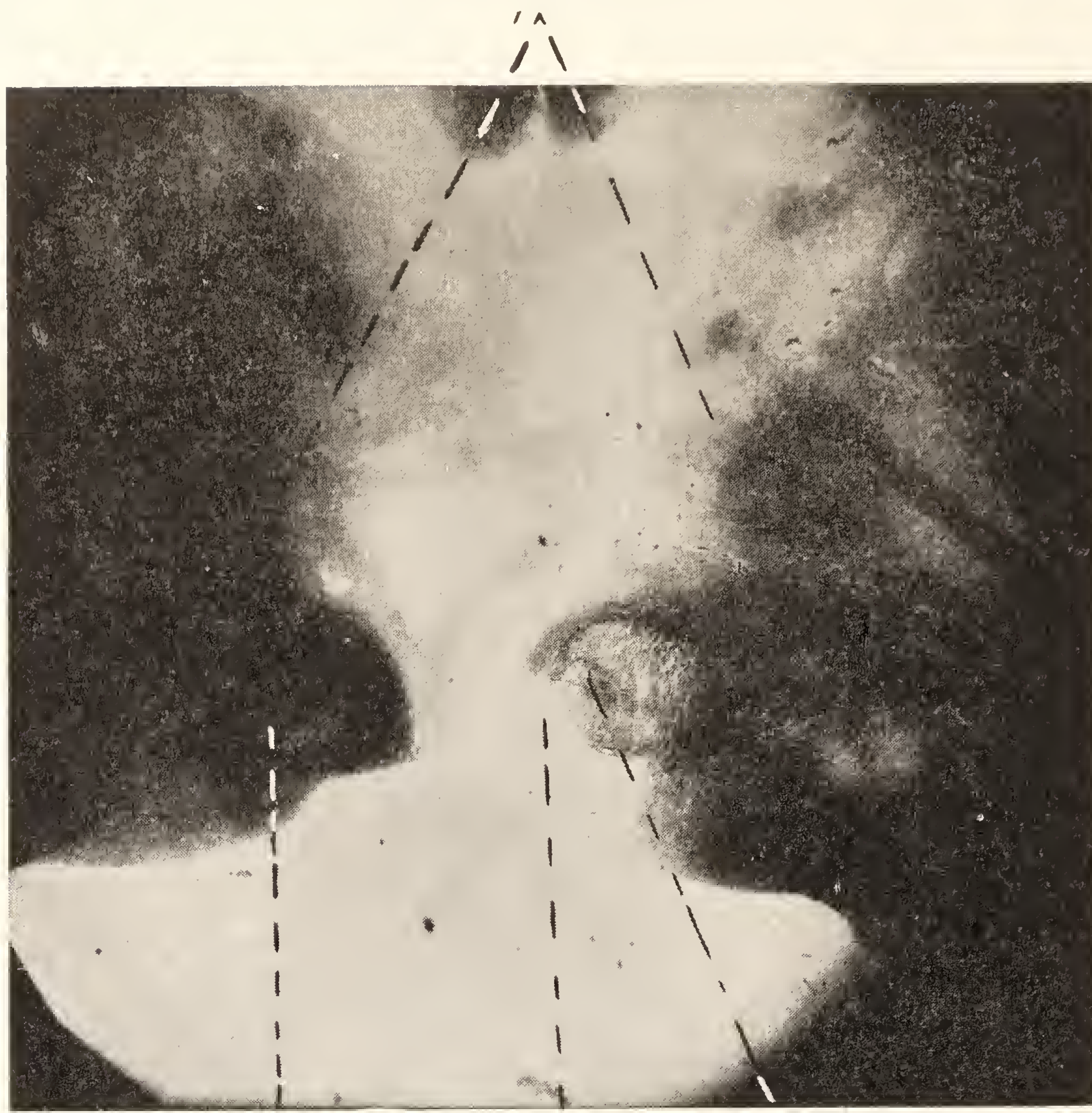


Abb. 22 a. Ventraler horizontaler Schnitt durch die Roten Kerne.

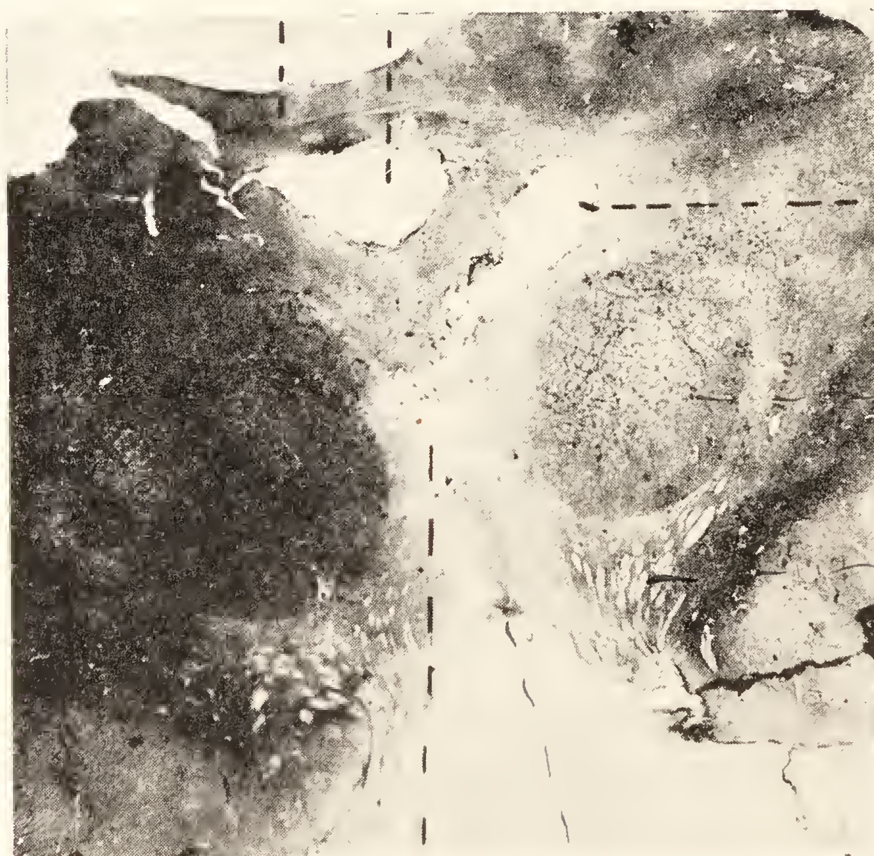


Abb. 22 *b*. Vorderster transversaler Schnitt durch den hinteren Block, mit beiden Herden.

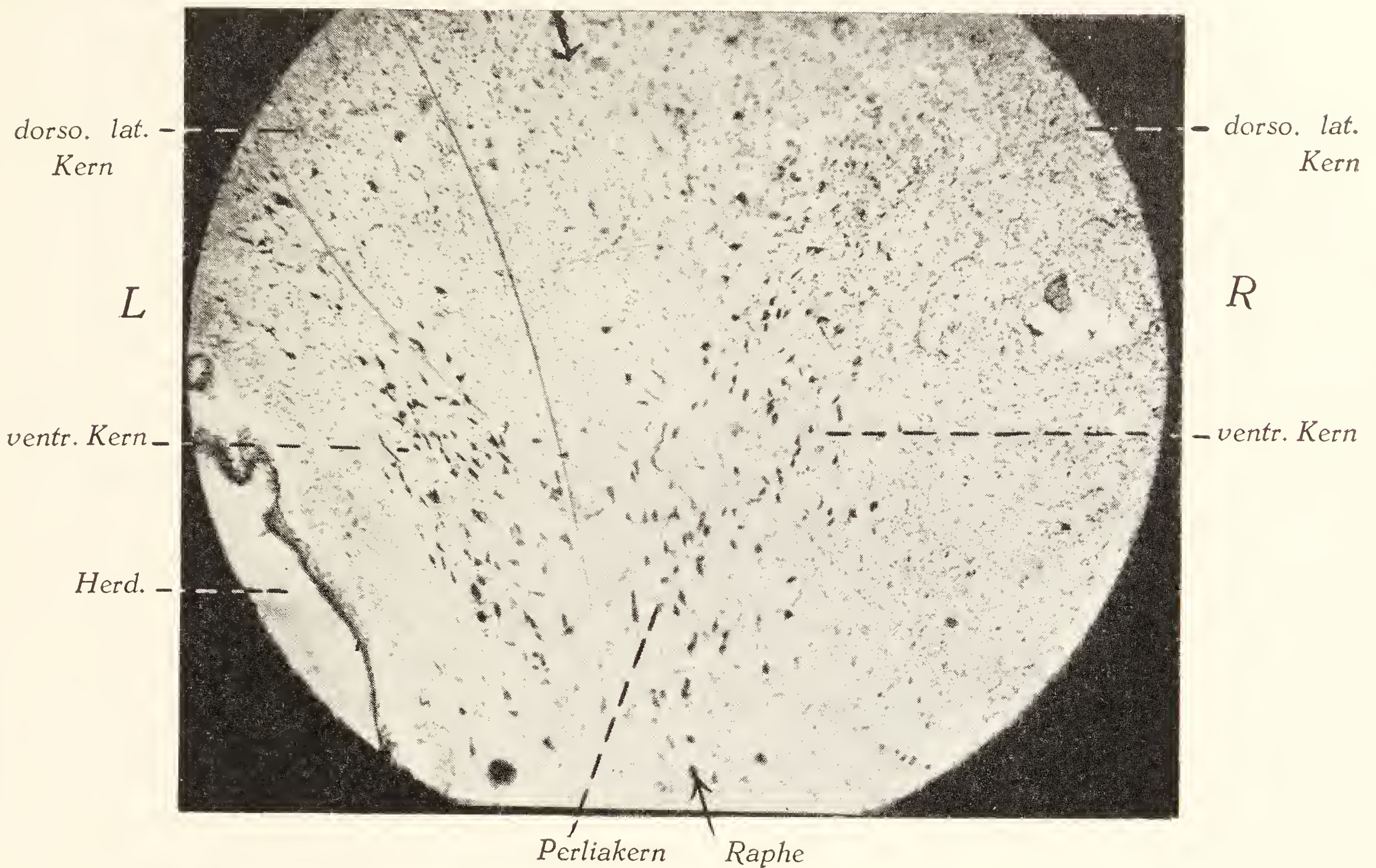


Abb. 22 c. Schnitt durch die III-Kerne. Der kleinere linksseitige Herd zieht sich ventralwärts in die Länge.

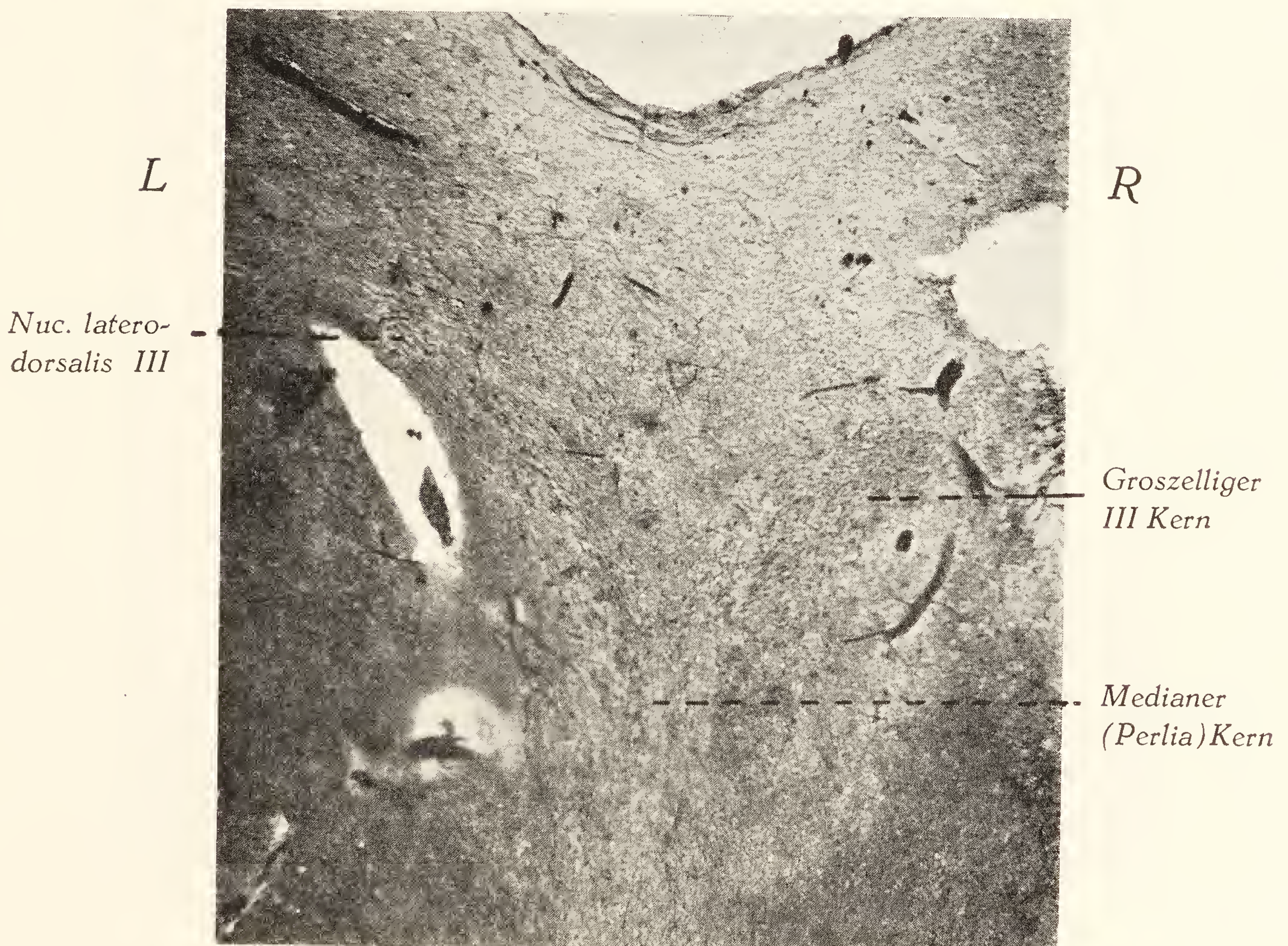


Abb. 22 d. Schnitt etwa zwischen vorderem und mittlerem Drittel des III-Kernes. Ungefähr symmetrisch dem groszen rechtsseitigen Herd gegenüber trifft man den kleineren linksseitigen, der sich hier als eine einfache Gefäszerweiterung zeigt.



Abb. 22 e. Die Zellen der rechtsseitigen medianen Gruppe (auf der Seite des gröszeren Herdes) sind an Zahl und Umfang reduziert. 40 Schnitte caudal von 22 c.

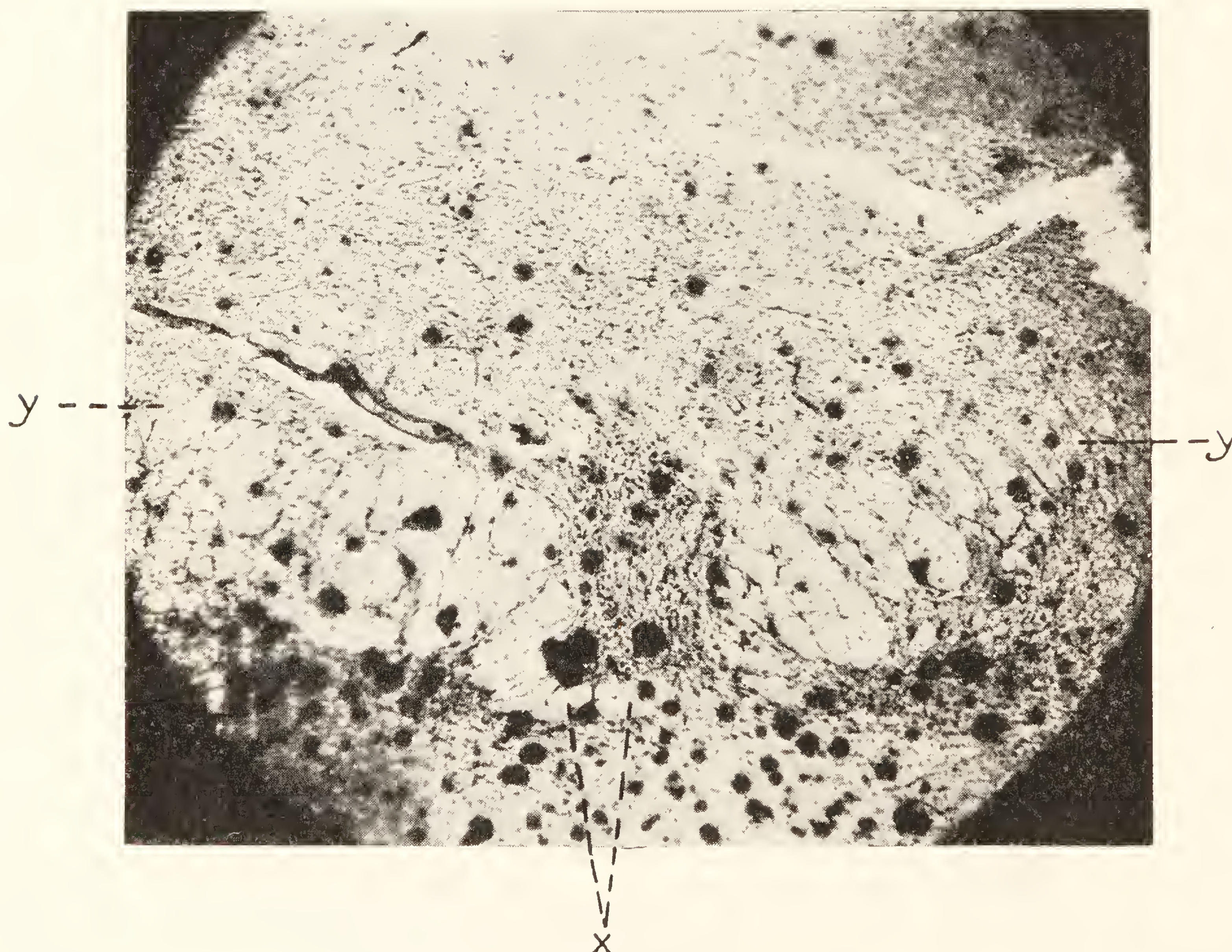


Abb. 22 f. Atrophie rechts der mediansten (motorischen) Bündel des H.L.B. Gegend der ersten Anfänge der III-Kerne. Mit x und y sind die lateralen Hörner des H.L.B. bezeichnet, wobei die Schmächtigkeit der rechten Spitze auffällt; mit x die Faserbündel der linken Seite, die rechten fehlen.

Dieser Schnitt ist ungefähr der vorderste noch den ganzen Hirnstamm treffende Querschnitt, m.a.W. hier hört der pontine Abschnitt des Hirnstammblocks auf und wir verfügen weiter nur über Horizontalschnitte. Hier sieht man beide Herde in voller Entwicklung, ebenso auch die Roten Kerne. Abb. 22 c (Schnitt 299) zeigt links unten den linksseitigen Herd, den guten Zustand des medianen Perliakerns und der groszzelligen ventralen Kerne, sowie auch die gute Entwicklung der kleinzelligen dorsolateralen Kerne in dieser vorderen Schnittfläche. In Schnitt 310 sieht man die Reduktion (Zellenarmut, kleinere Zellen und kleineren Umfang) des rechten Nuc. interpeduncularis, während dagegen weiter nach hinten der linke Nuc. interpeduncularis reduziert erscheint. Die Veränderungen im Nuc. interpeduncularis bestätigen die schon oben geäuszerte Vermutung, dasz das rechte Bündel von MEYNERT in diesem Falle ernstlich geschädigt ist.

Etwa 40 Schnitte weiter nach hinten fällt Abb. 22 e, wo die beiden „Groupes médians" nach FOIX und NICOLESCO getroffen worden sind. Die im Präparat so deutlich ausgesprochene Asymmetrie der Kerne, sowohl nach Umfang als nach Zahl und Entwicklung der Zellen, kann kaum auf einer schiefen Schnittrichtung beruhen, denn einerseits kann ein solcher Unterschied bei so raphe-nahen Gebilden kaum vorhanden sein, anderseits bleibt die Asymmetrie, wenn wir die Schnittreihe nach vorn und hinten verfolgen.

In einem oberen Horizontalschnitt sind die Nuc. ant. beiderseits getroffen. Weil die linke Hälfte des Präparats etwas höher fällt, erscheint rechts der „Noyau médian de Luys" umfangreicher. Während das Bündel von VICQ D'AZYR beiderseits gut entwickelt ist, macht das MEYNERT'sche Bündel an der Ecke der Comm. post. rechts einen schmächtigen Eindruck. Auch das rechte Ganglion habenulae erscheint dementsprechend atrophisch. Auf keinem Schnitt sind beide genügend zu sehen, so dasz es sich lohnen würde, dieselben zu photographieren.

Abb. 22 a bringt einen viel ventraleren Schnitt mit voller Entwicklung eines Abschnitts des Roten Kernes. Der postero-mediane Abschnitt des rechtsseitigen Kernes ist, anscheinend im Anschlusz an den oben beschriebenen Herd, erweicht und zwar dermaszen, dasz diese Stelle einen weiszlichen Fleck im Präparat darstellt. An dieser Stelle ist das Bündel von MEYNERT geschädigt worden, weshalb dieses Bündel in seinem ganzen Verlauf einschlieszlich des Ganglion habenulae, stark reduziert erscheint.

Schluszbetrachtung: wie auf Grund der reduzierten Reflexverhältnisse (S. 258) zu erwarten war, ist vor allem der rechte mediane graue Kern (und zwar im caudalen Ende) in dem Herd aufgegangen und sind beide Herde so gelagert, dasz den Verbindungen der grauen Kerne mit den III-Kernen und mit der Oblongata (Vestibularkern und unterer Olive) Abbruch getan wurde und zwar insbesondere denjenigen des *medianen* grauen Kerns, weshalb ein Überwiegen des lateralen grauen Kerns anzunehmen ist. Blickstand nach unten. Es ist nicht unmöglich. dasz auch die

mediane Zellgruppe (FOIX und NICOLESCO — rechts atrophisch) mit den Augenreflexen zu tun hat.

§ 11. *Fall. III. Thalamusblutung, welche zunächst eine Blickzwangsstellung nach unten, später nach unten und oben veranlaszt.*[1])

Ein 59-jähriger Mann, Alkoholiker, (Hotel Dieu, Paris, Abt. Prof. VINCENT) klagt während mehrerer Tage über Kopfschmerzen, spürt am 24. 11. 1926 auf der Strasze heftige Kälte über die linke Körperhälfte, fällt hin ohne Bewusztseinsverlust, kann sich mit Hilfe anderer nach Hause schleppen. Im Spital: Heftige Kopfschmerzen, Nackensteifigkeit, Kernig positiv, Lumbalpunktion ergibt rosa gefärbten Liquor. Diagnose : Meningealblutung. 27. 11. Temperatur 38. 5. Weniger Kopfschmerz, linke Hemiparese, links VII-Parese, ntl. wenn er lacht, Zehenreflexe: wenig geändert. Plantarreflexe: links Extension. Störungen der Tiefensensibilität links; er kann nicht den Stand der Zehen angeben, weisz nicht, was man ihm in die linke Hand gibt. Temperatursinn normal Augen: die Pupillen reagieren nicht auf Licht. Das linke Augenlid hängt mehr herab als das rechte. Wenn man den Pat. bittet nach oben zu spähen, so erheben sich die Augenlider ein wenig, die *Augen* tun es *gar nicht.* Die Augenbewegungen nach *unten,* nach rechts und links sind *normal.* 26. 11. Jetzt Lähmung aller vertikalen Augenbewegungen nach oben und unten. 27. 11. Augenarzt LAGRANGE: Gesichtssinn normal. Keine Hemianopsie. Pupillen gleich weit, in permanenter Myosis. Keine Lichtreaktion. Papillae normal. Laterale Augenbewegungen erfolgen prompt, diejenigen *nach oben und unten sind unmöglich.* Die Augenlidbewegungen, welche bei dem Versuch nach oben zu spähen auftreten, sind normal, aber von kurzer Dauer. Am 2. 12 wiederholte Augenuntersuchung mit demselben Resultat; jetzt bleibt auch die kurze Augenlidhebung, beim Versuch nach oben zu spähen aus. Die Hemiparese geht zurück; der Kranke fängt an zu essen. Am 5. 12. Anfang einer Erysipelas des Gesichtes, welche einige Tage dauerte. Exitus am 8. 12. '26.

Post mortem.

Es handelt sich um eine Blutung von Taubeneigrösze, die auf der rechten Seite der Commissura posterior, und zwar hauptsächlich nach vorn, weiter basalwärts und caudalwärts erfolgt ist. Die Blutung musz in mehreren Absätzen zustande gekommen sein, und zwar so, dasz die lateralen Abschnitte des Herdes in allen Durchschnitten frisches Blut, die medianen Abschnitte überall schon den Anfang einer Organisation, eine blassere Färbung mit Neuentwicklung von capillären Gefäszen aufweisen. Zunächst wurde ein medialer, sagittal abgeplatteter Blutherd gebildet, der den Tr. Meynert und zahlreiche strio-mesencephale Verbindungen vernichtete (Abb. 23 d) und in dem vorderen Abschnitt in

[1]) Den Fall verdanke ich der Klinik Prof. C. VINCENTs. Er ist ausführlich von J. DEREUX, Paralysie verticale du regard Thèse de Paris, 1926, beschrieben worden.

das Corpus Luysii und die Lamina medullaris interna thalami, und vor allem in die zentrale graue Substanz (Abb. 23 a, b, c) vordrang. Man kann annehmen, dasz dieser zuerst entstandene Herd die neostriären Verbindungen mit dem supra-nucleären Kern (etwa dem medianen Kern der zentralen grauen Substanz) abgeschnitten hat, sowie den rechten F. Meynert

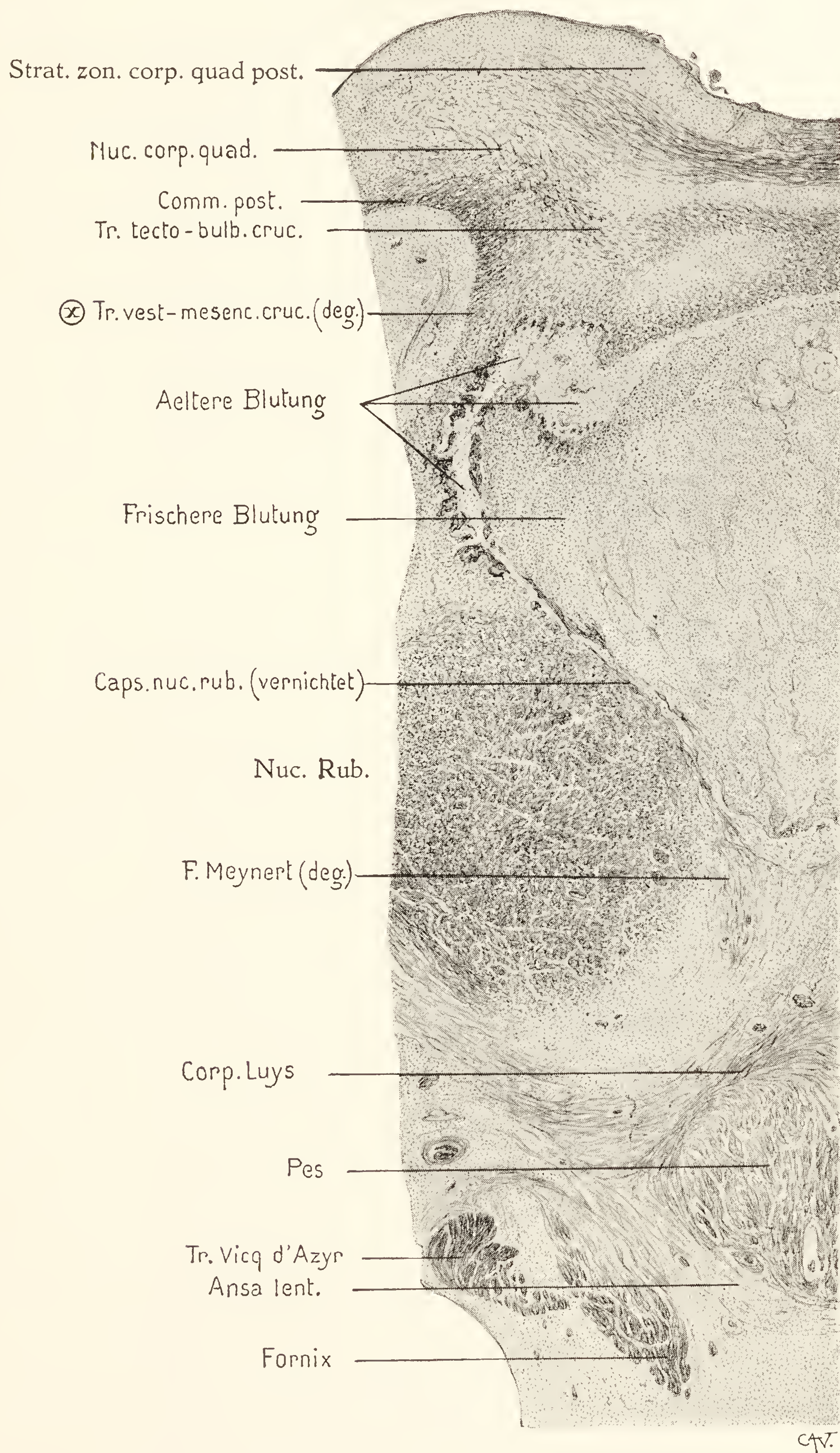


Abb. 23a.

(Schnitt 100), teilweise die Ausstrahlungen der Commissura posterior, und die Entartung der in die Commissur (Pars ventralis) kreuzenden H.L.B.-Fasern veranlaszte. Diese Fasern findet man mehr caudal in Abb. 23 a, in der Kreuzung 23 d und nach der Kreuzung abgeblaszt in 23 b. Die weiter



Abb. 23*d*.

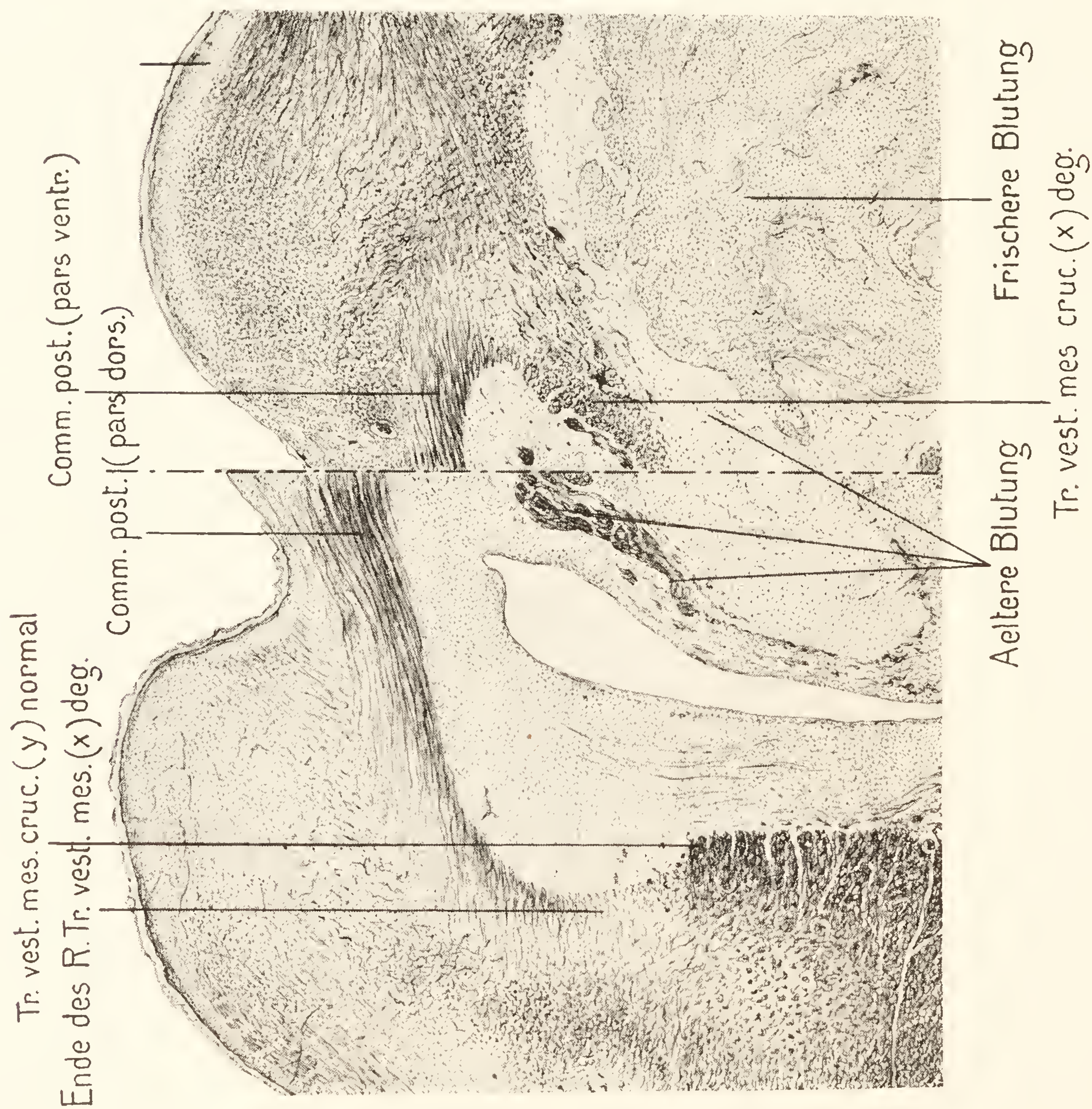


Abb. 23*b*.

Abb. 23*c*.

aus dem lateralen Gefäszstück erfolgende frische Blutung ist nach vorn in die Capsula interna eingedrungen und hat vor allem die laterale Kapsel des Roten Kernes vernichtet (Abb. 23 a).

Notiz. Marchi-Präparate der Medulla oblongata. Auszer vielen schwarzen Degenerationsprodukten im rechten Pyramidenbündel findet man solche in Masse in der Markstrahlung in die Hauptolive der rechten (erkrankten) Seite, wie man überhaupt im zentralen Haubenbündel die Degeneration, stark im lateralen dorsalen Blatt der Hauptolive findet. WEIGERT-PAL-Präparate: rechts sind Zellen des Olivenabschnitts der medialen Nebenolive ziemlich stark geschwollen; nur die kleinere Hälfte der Zellen zeigt die normale Zellenschrumpfung. Bei schwacher Vergröszerung fällt die weniger helle Weiszfärbung des Gebildes auf. Orale Hälfte des Kleinhirns: Ebenso wie der dorsale Abschnitt der rechten medialen Nebenoliven verändert gefunden wurde, findet man den oberen Gipfel des linken Nuc. dentatus einigermaszen verändert (Schwellung der Zellen). Caudale Kleinhirnhälfte: nicht nur der obere Gipfel, sondern auch die weiteren Abschnitte des Nuc. dentatus haben gelitten. Für das Verständnis der Bilder ist die Gliederung des H.L.B. nach Kap. 23, S. 398 zu beachten.

Kann man aus diesem Fall schlieszen, dasz ein rein einseitiger Blutherd eine dauernde Blickzwangsstellung erzeugen kann? Keineswegs, denn der betreffende Kranke starb innerhalb zwei Wochen. Es läszt sich sehr gut denken, dasz — wie es für einzelne Fälle beschrieben worden ist — wenn der Kranke seine Läsion überlebt hätte, die Blickzwangsstellungen zurückgegangen wären.

Schluszbetrachtung: In diesem Falle bestand gleich nach der Blutung Blickzwangsstellung nach unten (Überwiegen des unversehrten lateralen grauen Kerns) am nächsten Tag auch nach oben. Tod nach 2 Wochen. Die ursprüngliche Blutung hat das zentrale Grau rechts durchsetzt, dessen striäre Verbindungen vernichtet und hat nachher nach vorn und lateralwärts weiter verschiedene Gebilde geschädigt (u.a. MEYNERTS Bündel, Lamina medullaris externa und interna?). Obwohl die Blutung einseitig war, hatte dieselbe doch auch die linksseitigen Kerne und Bahnen stark verdrängt.

Es ist anzunehmen, dasz die Blutung zunächst den medianen Kern der zentralen grauen Substanz vernichtete und so am 27 Nov. Blickzwangsstellung nach unten veranlaszte. Die weitere Blutung hat dann die Verbindungen des lateralen Kerns der grauen Substanz mit den III-Kernen unterbrochen.

§ 12. Welche Schluszfolgerungen sind aus den anatomischen Befunden der vertikalen Blickzwangsstellungen zu ziehen?

Beim Studium der verschiedenen Befunde stellt sich heraus, dasz ganz verschiedene Läsionen einer Zwangsstellung der Augen in der vertikalen

Ebene zugrunde liegen können. Meistens sind wohl mehrere Gebilde getroffen. In dieser ziemlich komplizierten Hirngegend (caudalem Abschnitt des Thalamus und Mesencephalon) gehen mit den Augenzwangsstellungen — in den vertikalen sowie in andren Ebenen — auch einzelne Lähmungen der Augenmuskeln einher. In der Nähe der Commissura posterior, dieses mesencephalen Knotenpunkts für posturale, oculo- und lokomotorische Bahnen, musz man, auch im Falle eines kleinen Herdes, mit Verletzung der aufsteigenden sekundären vestibulären und der dorsomedianen, aus dem zentralen Grau ausströmenden Faserbündel, deren Kreuzung in der hinteren Commissur, der Commissurkerne selbst, des Oculomotoriuskernkomplexes, und der Oculomotoriuswurzeln rechnen; und alle diese Läsionen zusammen verursachen denn auch die bekannten komplizierten Krankheitsbilder. Zunächst findet man bes. unter den Tumoren Fälle, bei welchen die III-Kerne teilweise durch Druck oder Einwachsen der Neubildung zugrunde gegangen sind. Daneben kann ein Tumor des Thalamus und der zuführenden Bahnen der III-Kerne (des Striatums ev. des MEYNERT'schen oder VICQ D'AZYR'schen Bündels, ev. auch der Hirnrinde) ebenfalls die Funktion dieser Gebilde durch Druck beeinträchtigen. Aus diesen Erwägungen folgt bereits, dasz selbst sehr beschränkte, scharflokalisierte Tumoren wie diejenigen GARDINERs und SPILLERs für unsren Forschungszweck nur eine begrenzte Bedeutung haben können. Es liegt also auf der Hand, dasz wir vor allem nach denjenigen umschriebenen Herden (und Tumoren) des hinteren Abschnitts des Thalamus und des Striatums zu fahnden haben, welche einer genauen und vollständigen anatomischen Untersuchung unterzogen worden sind. Da wir schlieszlich bei Geschwülsten oft noch mit der Möglichkeit von Verdrängungs- und Reizungseffekten rechnen müssen, ist es klar, dasz ein wesentlicher Erfolg unsrer Bemühungen nur von dem Studium der *Erweichungsherde* zu erwarten ist.

Wenn wir uns diese hohen Anforderungen vor Augen halten, und dazu auch eine genaue Krankheitsgeschichte mit Angaben über die Blickreflexerscheinungen verlangen, dann schrumpft unser vorliegendes Material in unerhörter Weise zusammen. Selbst ein so genau erforschter Fall wie derjenige DEREUX' kann kaum billigen Forderungen genügen, denn hier ist das auszer Funktion gesetzte Gebiet wieder ein so gewaltiges, die Zahl der vernichteten Bahnen und Zentra eine so grosze, dasz die Vielheit der Symptome sowie die Mannigfaltigkeit der anatomischen Läsionen die Bedeutung des Falles erheblich schmälern.

Übersehen wir das gesamte vorliegende autoptische Material (d.h. unsre Tabellen, S. 244) vom klinischen Gesichtspunkte, so fällt uns zunächst die geringe Häufigkeit der Zwangsstellungen der Augen nach unten auf (28). Weiter die noch kleinere Zahl der Fälle, wo zugleich eine Zwangsstellung *nach oben und unten* bestand und deshalb die Augenbewegungen nach oben und unten beschränkt waren, näml. 25. Und schlieszlich richtet sich die volle Aufmerksamkeit auf die *auszerordentliche*

Seltenheit einer ausschlieszlichen Zwangsstellung nach oben. Diese Feststellung ist nicht überflüssig, denn einerseits kann dies, in Verbindung mit gewissen anatomischen Besonderheiten der Gegend, unsre Aufgabe vielleicht vereinfachen, und uns gewisse Hinweise liefern. Anderseits soll man immer daran erinnert werden, dasz wir, wollen wir zu einer einheitlichen Auffassung der hier bestehenden Verhältnisse kommen, auch dieses besondre Verhalten der verschiedenen Formen der vertikalen Blickstörungen zu erklären haben.

Wie schon oben bemerkt wurde, bringt uns eine Gesamtübersicht von einem höheren Gesichtspunkte aus zu der Überzeugung, dasz die Verhältnisse unmöglich einfach sein können, auch nicht bei einem ideal umschriebenen Blutungsherde, schon deshalb, weil wir die Commissurgegend als einen Knotenpunkt für die supra-vestibulären Systeme für die horizontale und rotatorische Augen- (und Körper-) bewegung kennen gelernt haben. Ohne eine vorhergehende anatomo-physiologische Analyse der Zwangsbewegungen in der horizontalen und frontalen Ebene, wie sie in diesem Werke versucht wird, müszte das Verständnis der für die vertikalen Augenbewegungen maszgebenden Verhältnisse unmöglich bleiben. Demnach erscheint es wünschenswert, vor allem nach Fällen mit vorherrschend vertikalen Störungen zu fahnden, bei welchen sich die sonstigen Störungen so wenig wie möglich bemerkbar machen.

Wenn man sämtliche bis jetzt gemachte Erfahrungen übersieht, so fällt auf, dasz bisher niemals ein rein medullärer oder pontiner Herd oder ein pontiner Tumor eine vertikale Blickzwangsstellung hervorgerufen hat. Vertikalen Nystagmus hat man jedoch in seltenen Fällen (SPILLER, BOLLACK, HERY [1]) ab und zu beobachtet (vergl. Ref. S. 130 unten). Ebenfalls scheiden hier Kleinhirnherde und -tumoren aus. Zwei scheinbare Ausnahmen sind die vom Velum und vom Wurm nach vorn wachsenden Tumoren von GOWERS und BRUNS, welche aber beide, nach der Beschreibung zu urteilen, die Mittelhirnhaubengegend erreichten. Alles in allem kann man sagen, dasz das Gebiet des Hirnstammes, dessen Störung erfahrungsgemäsz vertikale Blickzwangsstellungen verursacht, nach hinten vom Trochlearis, lateralwärts von der Mitte des Roten Kerns und vom Neostriatum, nach unten von dem Nuc. interpeduncularis und Corpus mamillare, noch vorn von dem Nuc. anterior und Nuc. externus thalami begrenzt erscheint. Nachdem wir uns darüber verständigt haben, dasz der vestibuläre Nystagmus als eine unvollständige Blickzwangsstellung auszufassen ist, wäre hinzuzufügen, dasz gelegentlich Haubenherde oral von der unteren Olive (d.h. in der Medulla oblongata und in der Brücke) *vertikalen Nystagmus* hervorriefen. Wir haben einen Fall, und zwar den SPILLER'schen von 1925 [2]) mit einer doppelseitigen Erweichung der Vestibulärkerngegend, bei welchem die Augenbewegungen nach allen Richtungen, speziell nach oben,

---

[1]) HERY: Thèse de Paris, 1907, Ponstumor.

[2]) SPILLER: Brain 1925, S. 334.

und auch die Konvergenz, eingeschränkt waren. Theoretisch ist dieser Fall[1]) wichtig, weil 1. diese Augenbewegungsbeschränkung durch einen rein medullären Herd auch beim Menschen noch einmal die Aufmerksamkeit auf die Bedeutung der Vestibularkerne und der zentralen Haubenbündel, wahrscheinlich auch der unteren Olive, für die vertikalen Augenbewegungen lenkt, und 2. weil dadurch der von mir nachdrücklich behauptete Zusammenhang des vestibulären Nystagmus mit der Blickzwangsstellung (der Nystagmus ist ja als eine unvollständige Blickzwangsstellung aufzufassen) bewiesen erscheint. Auch wäre vollständigkeitshalber hinzuzufügen, dasz namentlich durch doppelseitige Neostriatumherde das Ausfallen ausschlieszlich der (willkürlichen) Spähbewegungen beobachtet worden ist; dabei sei hier daran erinnert, dasz bisher niemals corticale Herde eine vertikale Blickzwangsstellung hervorgerufen haben (AYALA[2])). Was die rein reflektorische Konvergenzbewegung und die Pupillenbewegung auf Licht und Akkomodation anbetrifft, so hat die weitere Erfahrung gelehrt, dasz keineswegs diese Bewegungen regelmäszig in jedem Fall von Blickzwangsstellung ausfallen, obgleich sie meistens beeinträchtigt gefunden werden, ein Umstand, der genügend durch die Lage der EDINGER-WESTPHAL-Kerne, worin man bekanntlich die Funktion der internen Augenmuskeln lokalisiert, dicht vor den sonstigen III-Kernen, erklärt erscheint. Der Bemerkung SCHAEFFERs und BLUMs[3]). LÉRIs und BOLLACKs, dasz diese Funktionen eher im Falle einer Blickzwangsstellung nach unten, als nach oben, ausfallen, kann schon deshalb nur wenig Wert beigemessen werden, weil ja überhaupt so äuszerst selten Blickzwangsstellung nach oben beobachtet worden ist.

§ 13. Gibt es den Augenmuskelkernen übergeordnete supra-nucleäre Zentren für die vertikalen Augenbewegungen und, wenn ja, wo sind sie zu suchen? Die zentralen grauen Kerne oder die Kerne von FOIX *und* NICOLESCO.

Diese viel umstrittene Frage, zuerst von WERNICKE, PARINAUD und SAUVINEAU aufgeworfen und ausführlich von LAPERSONNEs Schüler COUTÉLAS[4]) erörtert, ist namentlich in der letzten Zeit im Anschlusz an SPILLER und die französischen Schule verneinend beantwortet worden. D.h. man neigt zu der Auffassung, dasz die direkten Verbindungen zwischen den Augenmuskelkernen dermaszen entwickelt sind, dasz man für die auszerordentlich genauen und automatisch zustande kommenden Augenbewegungen nicht gesonderte Kerne anzunehmen brauche. SPILLER

---

[1]) Über WINKLERs vergleichbaren Fall, vergl. SCHENK (Gesamte Neur. u. Psych., Bd. 146, S. 369).

[2]) AYALA: Rev. Oto-neuro-Ophth., 1930, S. 652.

[3]) SCHAEFFER und BLUM: Arch. d'ophthalmologie, 1929, S. 353.

[4]) COUTÉLAS: Essai sur la coordination des mouvements des yeux, Thèse de Paris, 1908.

äuszerst sich: „ebenso wie wir für eine koordinierte Bewegung beider Arme (z.B. gleichzeitiges Aufheben beider Arme) nicht einen gesonderten Kern annehmen, ebenso erübrigt es sich, das für die Koordination der Augen zu tun."

Zunächst macht FLEISCHHACKER (pers. Mitt.) geltend, dasz dies kein Vergleich ist, da die Augenbewegungen immer Bewegungen des Augenpaars sind, also gekoppelt, — also grundsätzlich von den Armbewegungen verschieden; der richtige Vergleich wäre die Lokomotion gewesen und da ist es anders (Kap. 11, u.f.). Zweitens finden wir überall in die Reflexmechanismen, auch schon bei niederen Vertebraten, zwischen den sensiblen und peripheren motorischen Neuronen, einen koordinierenden Kern eingeschaltet. Die vergleichende Anatomie zeigt uns, dasz diese Funktion namentlich den reticulären Gebilden obliegt. Auch kann man kaum, was Feinheit der Koordination, Ausmasz, Schnelligkeit und Gleichzeitigkeit betrifft, eine so rohe Bewegung wie das Aufheben der Arme mit der konjugierten Augenbewegung nach oben und unten auf eine Stufe stellen. Man vergleiche auch für die Eigenart der Augenbewegungen S. 87 und S. 109. Zweitens erinnern wir uns des Nachweises eines supra-nucleären Zentrums für die horizontalen und frontalen Zwangsbewegungen (Brain, 1914 und 1922, S. 92, 103 und 119 dieses Werkes). Zahlreiche anatomische und physiologische Argumente sprechen für die Identität dieses Zentrums, auch für die horizontalen Augenbewegungen, mit dem Nuc. commissurae posterioris. Dasz derselbe Mechanismus bei der menschlichen Augenbewegung tätig ist, dafür bürgt uns die Beobachtung, dasz im Experiment, ebenso wie beim Menschen, die automatischen reflektorischen Bewegungen nur bei *supra-commissuralen* Läsionen behalten bleiben. Das letztere trifft nach den SS. 203, 244 und 255 beschriebenen Fällen sowohl für die horizontalen als auch für die vertikalen Augenbewegungen zu, wenn auch die Dignität der verschiedenen automatischen Augenbewegungen merkliche Unterschiede aufweist. Während alle diese anatomischen, physiologischen, klinischen Argumente die Annahme eines supra-nucleären Zentrums für die vertikalen Augenbewegungen fordern, wie es von PARINAUD, WERNICKE, TEILLAIS, BABINSKI, gegen SPILLER, GULLAIN, SCHAEFFER, BLUM u.a. getan wurde, scheint es mir nach den neueren Ergebnisse geradezu unmöglich, die Existenz der supra-nucleären Zentren für die vertikalen Augenbewegungen zu leugnen. Denn SCHUSTER, LÉRI und BOLLACK, L'HERMITTE u.a. haben gezeigt, dasz — ebenso wie bei den horizontalen Augenbewegungen die automatischen Augenbewegungen nach Vernichtung der H.L.B. und der Commissurkerne ausfallen — dasselbe bei den vertikalen Augenbewegungen der Fall ist, falls sich ein Herd *in der Gegend der Augenmuskelkerne* findet. Daraus musz man schlieszen, dasz in der unmittelbaren Nähe der Oculomotoriuskerne die Zentren zu suchen sind, von welchen die koordinierten Augenbewegungen in der vertikalen Ebene abhängen.

Für die genauere Beantwortung dieser Frage dürften die Fälle I (S. 244)

und II (S. 255) nicht ohne Bedeutung sein. Denn beide Fälle representieren die zwei Schultypen der vertikalen Blickzwangsstellung in doppeltem Sinne, näml. einmal ist sie nach oben, andermal nach unten gerichtet, und auszerdem lehrt das vergleichende Studium der Reflexverhältnisse in beiden Fällen, dasz im ersten Falle der Herd jedenfalls auch supranucleäre Verbindungen schädigt, im zweiten Falle dagegen vor allem die reflektorischen Bahnen unterbrochen hat, ein Umstand, der mit der allgemeinen Erfahrung in Übereinstimmung ist, dasz die Läsionen, welche die reflektorischen Augenbewegungen vernichten, meistens in der Nähe der III-Kerne gelegen sind. Sicher ist, dasz in beiden Fällen die supranucleären Kerne für die Augenbewegung nach unten und für die nach oben geschädigt sind.

Wenn wir nun zum vergleichenden Studium der Herde übergehen, so fällt uns zunächst auf, dasz in beiden Fällen die zentrale graue Substanz schwer Einbüsze erfahren hat, in dem Falle I (S. 244) hat beiderseits der laterale Kern viel mehr als der mediane Kern schwer gelitten; im andren Falle ist der mediane Kern schwer geschädigt und zwar an seinem caudalen Ende, wo — nach den Marchipräparaten an Tieren — die abführenden Bahnen medullarwärts gehen. Ein kleiner Herd sitzt ebenfalls an wichtiger Stelle symmetrisch dem ersten gegenüber.

Wenn wir uns jetzt ins Gedächtnis zurückrufen, was die vergleichend-anatomische Untersuchung über die grauen zentralen Kerne gelehrt hat (vergl. Abb. 21 *d*, S. 255), dann kann man sich kaum eine erfreulichere Übereinstimmung gründlichst verschiedener Untersuchungsreihen denken. Fanden wir doch, dasz der laterale graue Kern (maximal entwickelt bei den Walen) den Körperbewegungen nach unten vorsteht (und wohl ebenfalls Augenbewegungen nach unten), so dasz ein Herd in diesen Kernen (Fall 1, S. 252) eine Zwangsstellung nach oben zur Folge haben musz. Eine ähnliche Rolle, für die nach oben hinten gerichtete Postur (und Augenbewegungen nach oben), fiel den bei Anthropoiden und Elefanten dem weit stärker entwickelten medialen Kern zu; ein Herd in diesem Gebilde musz deshalb zu einer Zwangsstellung der Augen nach unten führen, wie wir ihn beim zweiten Patienten (S. 255) finden.

Bei unseren dürftigen Kenntnissen über die Faserverbindungen der grauen Kerne kann man sich weniger positiv über den Verlust der oralen Verbindungen äuszern, welche dem ersten Fall mit seinen mehr lateral und oral im Thalamus vordringenden Herden, seinen supra-nucleären Charakter aufdrückten. Nachdem wir in diesem Werke und an andrer Stelle [1]) auf Grund anatomo-physiologischer, vergleichend-anatomischer und klinischer Beobachtungen dem Neostriatum eine supra-vestibuläre Funktion für die vertikalen Körper- und Augenbewegungen zugeschrieben haben, liegt es nahe, im Fall 1 an eine teilweise Unterbrechung der griseo-neostriären Verbindungen zu denken. Die vielfachen Lichtungen in der

---

[1]) S. 131 und Kap. 21, § 5, S. 315. Auch Arch. f. Psych., Bd. 102, H. 5, 1934.

Capsula interna, gegen den Nuc. caudatus hin (Abb. 20 c, S. 249), sowie auch die besonders grosze Anzahl markloser und atrophischer Fasern im Caudatum selbst, sprechen in diesem Sinne.

Kommen wir jetzt auf die anatomischen Befunde unserer Vorgänger zurück, so fällt aufs neue auf, in wie wenigen Fällen eine komplette Untersuchung des Hirnstammes angestellt worden ist. Wenn auch in vielen Fällen die in Mitleidenschaft gezogene zentrale graue Substanz genannt wird, und in recht vielen eine solche Läsion als wahrscheinlich angenommen werden musz, so gibt es doch einzelne Fälle, wo eine solche Annahme schwerlich in Frage kommen kann. Es sind die bekannten Fälle von THOMSEN und SIEMERLING, wo ein Herd zwischen den Roten Kernen, ohne Schädigung der oraleren und dorsaleren Abschnitte des Mesencephalons, vorhanden war. Es waren diese Fälle, in Verbindung mit meiner Feststellung der einseitigen Atrophie der „Groupe médian" von FOIX und NICOLESCO in Fall II, auf Grund deren ich zunächst an diese Kerne als supra-nucleäre Zentren für die Augenbewegung noch oben denken muszte.[1]) Nachdem aber die Untersuchungen über die zentrale graue Substanz inzwischen zu einem gewissen Abschlusz gelangt sind, und nachdem ich aufs neue alles eigene Material nach den neuen Gesichtspunkten untersucht habe, bin ich der Meinung, dasz die Funktion der „Groupe médian" eher mit den Konvergenzreflexen oder aber mit der Akkomodation in Verbindung gebracht werden musz; dasz aber für die vertikalen Blickzwangsstellungen die Bedeutung der Kerne der zentralen grauen Substanz eine erhebliche ist.

Wie kann man die Fälle THOMSEN [2]) und SIEMERLING — welche zwar anscheinend beide nicht in fortlaufender Schnittserie untersucht worden sind — vom jetzt gewonnenen Standpunkt erklären? Zunächst sei darauf hingewiesen, dasz 1. die Neubildung „nach oben zwischen die Hirnschenkel und in diese hinein gewuchert" war, so dasz man keineswegs eine Schädigung des medialen grauen Kernes oder dessen neostriärer Verbindungen ausschlieszen kann. 2. Auch hätte man, in Hinsicht auf die zwei kleineren Herde in der Olivengegend (S. 620), an einen Oliveneinflusz zu denken. Liegen doch anatomo-physiologische und klinische (SPILLER) Erfahrungen vor, dasz die untere Olive (und das zentrale Haubenbündel) beim Zustandekommen der Lokomotion und Augenbewegungen in der vertikalen Ebene eine Rolle spielt.

Da die Innervation des Augenlidhebers mit der Augenhebung eng verbunden sein musz, kann es uns nicht wundern, dasz selten oder nie mit Blickzwangsstellung nach oben Ptosis zur Beobachtung kam. Weil ohne Zweifel jeder Lidheber über ein Rindenzentrum verfügt, hat ORZECHOWSKI [3]) mit Recht darauf hingewiesen, dasz die Frage des Zusammenwirkens des Lid- und Augenhebers sich als ein Problem an sich vortut, ein Problem, das wohl mittels Experimenten an Affen in Angriff zu nehmen ist.

Schlieszlich liegt uns ob, wollen wir der oben verteidigten Deutung der

---

[1]) MUSKENS: Revue Neurologique 1933, II, S. 288.
[2]) THOMSEN: Arch. f. Psych., 18, 1887, S. 621.
[3]) ORZECHOWSKI: Jahrbücher f. Psych., Bd. 51, S. 169.

zentralen grauen Kerne als supra-nucleärer Zentren für das Sehen nach oben und unten Bürgerrecht verschaffen, eine Erklärung dafür zu geben 1. dasz die *Blickzwangsstellungen* nach *unten* oft vorkommen und viel häufiger sind als die nach oben (man vergl. die Tabellen 3—6, S. 244) und 2. weshalb im Gegensatz dazu die postencephalitischen *Blickkrämpfe* nach oben die weit häufiger sind.[1]) Wenn man den Umfang des beim Menschen so mächtigen medialen Kernes in Vergleich zum winzigen lateralen grauen Kern sich ansieht, liegt es auf der Hand, hier an eine gröszere Verletzbarkeit (sowohl im Falle einer Läsion quoad 1. als im Falle einer Reizung quoad 2) zu denken. Aber viel mehr Einflusz möchte ich dem Umstand zuschreiben, dasz die abführenden Bahnen aus der zentralen grauen Substanz vor und zwischen den Roten Kernen eng beisammen liegen, und deshalb viel eher pathologischen Einflüssen unterworfen sein müssen als die mehr dorso-lateral gelagerten lateralen Kerne.

§ 14. Bemerkungen über die Zentren für die Pupillen- und Konvergenz-Bewegungen.

Wie man sich aus unseren Ausführungen über die anatomischen Grundlagen der horizontalen konjugierten Deviation der Augen (S. 192 und 198) erinnern wird, wurde dort die Bemerkung gemacht, dasz es von der Ausdehnung der Herde in die pontine zentrale graue Substanz abhängt, ob auch die Konvergenz Not leidet. Weil nun das Studium der mesencephalen Herde zu einer ähnlichen Schluszfolgerung zu führen scheint, möchte ich die Meinung vertreten, dasz zu- und abführende Fasern für diese Funktion in der zentralen grauen Substanz gelagert sind, wobei das supra-nucleäre Zentrum für diesen Reflex im zentralen Grau des 3. Ventrikels zu suchen wäre.

Obwohl beim Menschen noch viel zu wenig exakte Beobachtungen vorliegen, um ein endgültiges Urteil über die Lokalisation der Pupillenbewegungen fällen zu können, hat man doch nach SIEMERLINGS pathologisch-anatomischen und RANSONS und SPIEGELS[2]) Reizungsversuchen an der hinteren Commissur anzunehmen, dasz zwar die EDINGER-WESTPHAL-Kerne den Pupillenbewegungen vorstehen, dasz aber ebenfalls in der Nähe der III-Kerne die Existenz eines supra-nucleären Kerns für diese Funktion angenommen werden musz und dasz die Verbindung zwischen beiden Kernen eine homolaterale ist. Denn wir sahen S. 234 dasz auf der Seite des Herdes in mehreren Fällen die Pupille erweitert war. Weitere Schlüsse zur Feststellung des Pupillenkerns und dessen supra-nucleären Zentrums scheinen mir aus dem vorhandenen Material nicht möglich, namentlich seit SPIEGEL und NAGASAKA die Rolle der zentralen grauen Substanz für die Pupillenreaktion überhaupt als fraglich haben erscheinen lassen.

---

[1]) MUSKENS: Ned. Tijdschr. v. Geneeskunde, 1927, II, S. 1737, Jnl. of Neurology and Physiology, VIII, 1927, S. 132, Revue neurologique, 1927, II, S. 355.

[2]) SPIEGEL: Vol. jubilaire de Prof. Marinesco, 1933, S. 645.

§ 15. Anatomische und klinische Beobachtungen an höheren Säugetieren.

Wie hat man sich das Zustandekommen der vertikalen Augenbewegungen zu denken? Man vergleiche die schematische Darstellung der betreffenden Bahnen und Kerne (Abb. 24, S. 276). Wir stehen auf dem Standpunkt, dasz der einwandfreie Nachweis irgend eines corticalen Einflusses auf die vertikalen Augenbewegungen aussteht; dasz zwar einzelne diesbezügliche Beobachtungen (MOTT und SCHÄFER[1]), MANN, PILCZ) vorliegen, dasz diese aber — sollen sie den Gang unsrer Untersuchung beeinflussen — gründlicher Nachprüfung bedürfen, denn diese Reizversuche des Cortex stammen aus einer Periode, in welcher von der supra-vestibulären Bedeutung des Striatums noch nicht die Rede war. Auf die Unterschiede zwischen sonstigen „willkürlichen" Bewegungen und Blickbewegungen ist übrigens mehrmals in diesem Werke hingewiesen worden. Schon WERNICKE und später BIELSCHOWSKY 1903 machten die Beobachtung, dasz es vielen Personen schwer fällt, willkürlich in bestimmter Richtung zu blicken; man denke nur an die Schwierigkeiten mit den Patienten beim Augenspiegeln!

Dagegen verfügen wir über mehrere experimentelle Ergebnisse an höheren Tieren, welche die supra-vestibuläre — und in Verbindung damit die oculomotorische — Bedeutung des Striatums doch wohl auszer Zweifel stellen. Und zwar fanden wir das Pallidum, durch Bahnen nach beiden Richtungen, mit dem übergeordneten Kern 1. Ordnung für die horizontalen (Nuc. commissurae posterioris) und die — für den Menschen viel weniger wichtigen — rotatorischen Augenbewegungen (Nuc interstitialis) verbunden; ferner wurden in diesem Werke anatomo-physiologische Befunde hervorgehoben, welche für die Bedeutung des Neostriatums für die vertikalen Augenbewegungen sprechen. Eine Übersicht der Literatur über den Zusammenhang von Striatumherden und Augenbewegungsstörungen hat für diese Annahme entsprechende Beweise gebracht. Bei den Versuchstieren wurde lediglich nach totaler Vernichtung des Pallidums dauernde Manegebewegung zusammen mit horizontaler konjugierter Abweichung von Kopf und Augen beobachtet; beim Menschen fand schon PRÉVOST, dasz nur in den Fällen von Apoplexie, bei welchen das Gebilde, das wir jetzt Pallidum nennen, vernichtet war, länger dauernde horizontale und konjugierte Abweichung von Kopf und Augen auftrat. Deshalb muszten wir, um uns eine schematische Vorstellung der Gebilde zu machen, welche bei dem Zustandekommen der vertikalen Augenbewegungen eine Rolle spielen, nach unsern Beobachtungen über vertikale Zwangsbewegungen bei Tieren und über Blickzwangsstellungen beim Menschen das Neostriatum als das oberste Glied einzeichnen. Die weitere anatomophysiologische Untersuchung zeigte, dasz die Zwangsbewegungen der Versuchstiere in der vertikalen Ebene vor allem von der Schädigung

1) MOTT und SCHÄFER: Brain, 1890.

des zentralen Haubenbündels und der unteren Oliven abhängig erscheinen. Wenn wir ein Schema der Bahnen und Kerne, welche beim

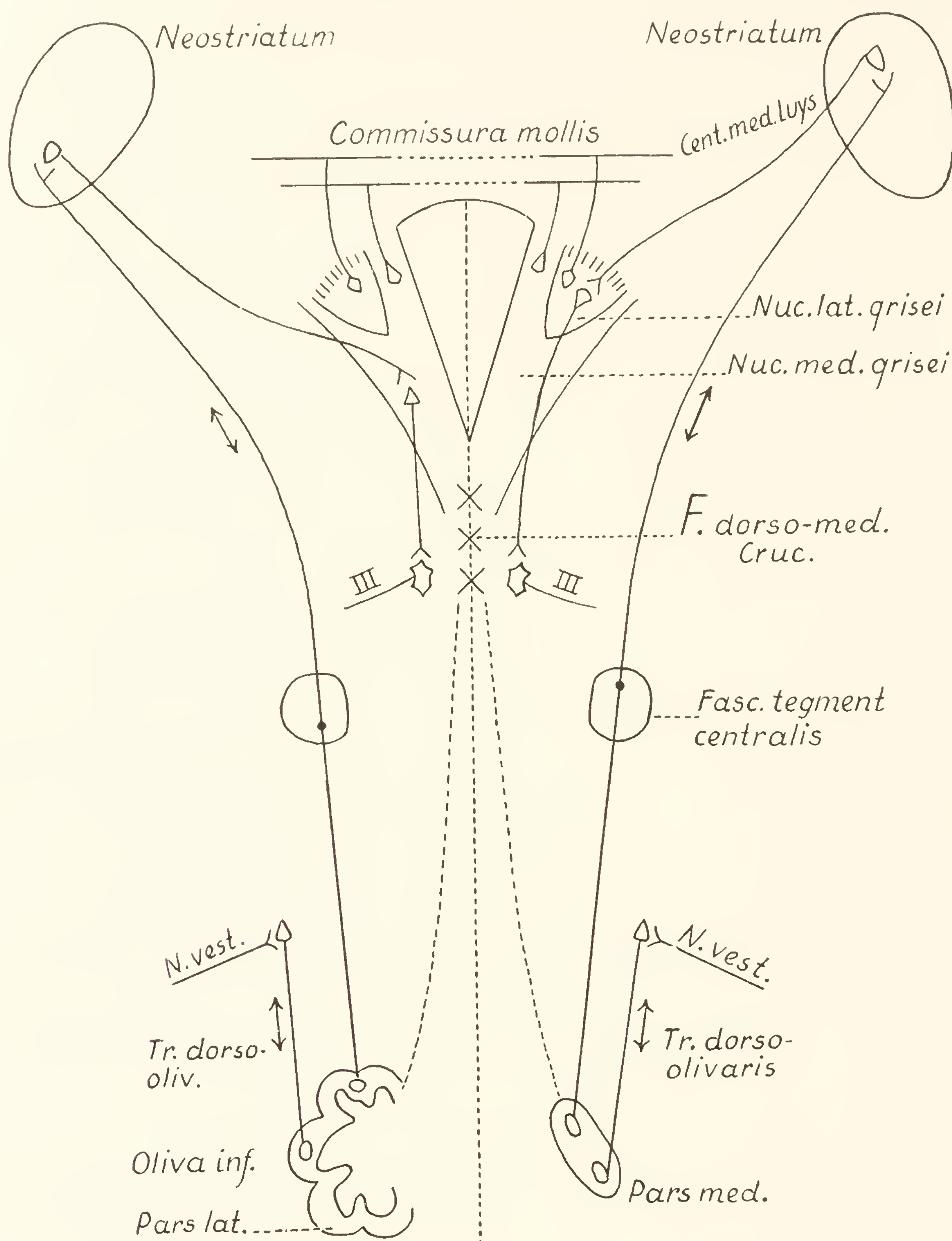


Abb. 24. Schematische Angabe derjenigen Bahnen und Zentren, welchen nach den vorliegenden Ergebnissen bei der Lokomotion nach hinten und Augenbewegung nach oben (linke Hälfte der Zeichnung) und nach vorn und unten (rechte Seite) eine Bedeutung zukommt. — Die aus dem Dachkern stammenden, anscheinend im medialen Kern des Zentralen Graus endigenden Bindearmfasern sind nicht eingezeichnet.

Menschen die nach oben und unten gerichtete Blickveränderung überwachen, herstellen wollen, so müssen wir unbedingt die zentralen Haubenbahnen und die unteren Oliven darin aufnehmen. Hier entsteht die interessante Frage, ob diese Gebilde auch bei der vertikalen Augenbewegung des Menschen eine Rolle spielen, ein Problem, auf welches wir sofort zurückkommen müssen (§ 16, S. 277).

Jedenfalls haben wir auf Grund des Befundes bei Katzendegeneration der aus dem Neostriatum zum Oculomotoriuskernkomplex ziehenden Faserbündel die Existenz solcher Verbindungen auch beim Menschen als wahr-

scheinlich anzunehmen, und wenn wir uns des Befundes vom Fall R. (Abb. 20, S. 251) erinnern, so sind wir berechtigt, eine solche Verbindung in unser Schema einzuzeichnen. Auf Grund der S. 270 angeführten Argumente haben wir die Existenz eines koordinierenden Kernes zwischen dem Neostriatum und den Oculomotorius- und Trochleariskernen anzunehmen, wobei zunächst an die beiden Kerne der zentralen grauen Substanz zu denken ist. Bis wir eines Besseren belehrt werden, zeichnen wir diese mutmaszlich vermittelnden Kerne in unser Schema ein.

Zweifellos scheinen die Verbindungen jedes Neostriatums mit den beiderseitigen grauen Kernen (via Commissura Mollis) und den beiden Oliven doppelseitig zu sein. Wahrscheinlich ziehen nicht nur wechselseitige Verbindungen durch die Hintere Commissur, sondern auch infraaquaeductäre, ja vielleicht über den ganzen Hirnstamm. Denn sonst wäre unerklärlich, weshalb fast ausschlieszlich doppelseitige Herde zu vertikalen Blickzwangsstellungen führen. Damit das Schema nicht zu kompliziert wird, habe ich die commissuralen Verbindungen nicht darin aufgenommen.

§ 16. Läszt sich ein Einflusz der unteren Oliven und der zentralen Haubenbündel auf die vertikalen Augenbewegungen nachweisen?

Naturgemäsz wird man sich zur Lösung dieser Frage nach den klinischen Erfahrungen mit Haubenherden in der Oblongata und in der Brücke umsehen müssen. Bevor ich jedoch darauf eingehe, musz ich auf die Häufigkeit des vertikalen Nystagmus nach experimentellen Eingriffen in diese Gegend bei Versuchstieren (HOGYIES und LEIDLER[1]) hinweisen; ein Verhalten, das kaum anders als im Sinne eines Einflusses dieses Systems zu erklären ist. Stellen wir uns die genaue Frage, ob denn jemals medulläre und pontine Herde wirkliche vertikale Blicklähmung hervorgebracht haben, dann musz darauf hingewiesen werden, dasz Fälle mit ausgesprochener vertikaler Blickzwangsstellung (d.h. vertikaler Blicklähmung) äuszerst selten sind. Soweit ich über die einschlägige Literatur unterrichtet bin, ist der schon S. 268 erwähnte Fall JONES' und SPILLER's[2]), bei welchem ein malacischer Herd beiderseits die zentrale Haubenbahn, teilweise die H.L.B. in der Medulla oblongata auszer Funktion setzte und beiderseits die vestibulären Kerne beträchtlich schädigte (ntl. hatte der Nuc. triangularis beiderseits viele Zellen verloren), einzig dastehend. Während aber die lateralen Augenbewegungen und diejenigen nach unten nicht behindert waren, war die Augenbewegung aufwärts unmöglich („definitely impaired").

Zwei Monate später vermerkt der Augenarzt LYSTER: Augenbewegungen in allen Richtungen beschränkt, speziell nach oben und bei der Konvergenz. Wenn der Kranke nach oben blickte, so begannen die Augen bald nach unten abzuweichen und zeigten eine wellenförmige Bewegung auf und nieder. Später: die Augen sind ständig in Bewegung,

---

[1]) LEIDLER: Monatschr. f. Ohrenheilk., Bd. 47, 1913, S. 394.

[2]) JONES und W. SPILLER: Brain, 1925, S. 335.

aber die Amplitude ist klein. Wenn der Kranke geradeaus sieht, zeigt sich ein Nystagmus undefinierbaren Charakters. Wenn der Kranke nach oben sehen will, tritt ein vertikaler Nystagmus auf. Beim Sehen nach unten kein Nystagmus. Auf dem Drehstuhl und bei Wasserspülung wurde keine Reaktion beobachtet. Zu der normalen Gehörsfunktion stand das Verlorengehen der vestibulären Reaktionen in starkem Gegensatz.

Aus dieser Beobachtung ist zu schlieszen, dasz jedenfalls die *vertikale* Augenbewegung nach oben in diesem Falle durch einen vorherrschenden Abwärtstonus beeinträchtigt wird; d.h. ein gewisser Grad konjugierter Deviation nach unten ist m.A.n. anzunehmen.

Ein anderer hierhergehöriger Fall ist derjenige BOLLACKs [1]). Hier fand sich ebenfalls ein Erweichung in der vestibulären Gegend. Beide zentralen Haubenbündel lagen in dem erweichten Gebiet. Durch die stärkere Schädigung des linken H.L.B. bestand eine laterale konjugierte Deviation nach rechts. Die Augenbewegung nach oben war beschränkt, während die nach unten normal war; die vertikalen Augenbewegungen nach oben und unten gingen mit vertikalem Nystagmus einher (im Gegensatz zum SPILLER'schen Fall, wo ausschlieszlich der Blick nach oben von Nystagmus begleitet war). Die labyrinthären Reaktionen (Rotation, Kaltspülung) sind verloren gegangen. Der Fall ist auch deshalb wichtig, weil BOLLACK die vestibulären Kerne normal fand, so dasz die Folgerung, dasz hier wenigstens die Defekte des Blickes nach oben wohl auf die Schädigung des zentralen Haubenbündels zurückzuführen sind, kaum zu umgehen ist.

Auch der bekannte Fall THOMAS' [2]) ist hier zu berücksichtigen. Hier bestanden ebenso wie in WINKLERs Fall [3]) normale vertikale Bewegungen. In beiden Fällen hatte nur *ein* zentrales Haubenbündel ausschlieszlich oder überwiegend gelitten. Die positiven Ergebnisse dieser Fälle überwiegen m.A.n. sicherlich die negativen, wie man auch aus den Augaben BREGMANNs [4]) entnehmen könnte. Hier hatte ein Gliom den ganzen Pons durchwuchert, so dasz es den Anschein hatte, als wären mit dem H.L.B. auch die zentralen Haubenbündel vernichtet. Ohne genauere anatomische Angaben über die Verhältnisse oberhalb und unterhalb des Herdes kann man jedoch wohl niemals Sicherheit über das, was wirklich vernichtet ist, erlangen.

Wir schlieszen deshalb, dasz die klinische Erfahrung bis jetzt zur Annahme eines gewissen Einflusses der zentralen Haubenbündel (d.h. der unteren Oliven) und wahrscheinlich auch der vestibulären Kerne auf die vertikalen Augenbewegungen zwingt.

An andrer Stelle ist von der supra-vestibulären Bedeutung des zentralen Haubenbündels für die antero-posteriöre Fallneigung die Rede (S. 131). Die Fallneigung nach vorne und hinten ist ja ein häufiges Symptom

---

[1]) BOLLACK: Rev. Neur., 1924, I. S. 336.
[2]) THOMAS: Revue Oto-neuro-ophth., 1924, S. 253.
[3]) WINKLER: Neurol. Vereen., 1933, 4. März.
[4]) BREGMANN: Nervenheilk., V, 31, 1906, S. 86.

bei allen Herden oral von den unteren Oliven, wie im Falle BERGMARKS [1]); in andren Fällen (HALBRON, LERI, WEISSMANN, NETTER und PODESTA) ist die Fallneigung mit der Blickzwangsstellung in Übereinstimmung, d.h. ist die Blickzwangsstellung nach unten von Zwangsfallen nach vorn begleitet. HALBRONs Kranker muszte, weil er seine Hausnummer nicht sehen konnte, mit vorgebeugtem Kopfe einen Passanten fragen, ob er die richtige Hausnummer vor sich hätte.

Schlieszlich müssen wir uns unsre Ausführungen über die juxta-vestibuläre Bedeutung der unteren Oliven ins Gedächtnis zurückrufen, und wir können unmöglich übersehen, dasz Verbindungen der vestibulären Kerne mit dem medialen und lateralen Abschnitt der unteren Olive (mittels der dorso-olivären Bahnen) bestehen. Hier macht sich unsre Unkenntnis der zentrifugalen Verbindungen der unteren Oliven geltend, denn zweifellos hat man a priori (in Übereinstimmung mit den bes. im H.L.B. absteigenden Verbindungen der vestibulären Kerne) die Existenz analoger spinaler Verbindungen, sowohl der Oliven als der betreffenden, noch nicht näher festgestellten Abschnitte des vestibulären Kernes anzunehmen.

§ 17. Vertikale Zwangsstellung durch andre Ursachen als Herde im Thalamus und im ventralen Abschnitt des Mesencephalons des Menschen.

Nach den experimentellen Befunden an Katzen (S. 131 hat man vom Menschen a priori anzunehmen, dasz Verletzungen des Neostriatums bez. beider Striata (KALISCH) mit Blickzwangsstellungen einhergehen können. Dahin gehören Fälle, wie die von J. ROUX hervorgehobenen, woselbst alle willkürlichen Augenbewegungen ausfielen, d.h. Blickzwangsstellung nach rechts und links und zugleich nach oben und unten bestand (TILING, OPPENHEIM und SIEMERLING, FOURNIER [2]), ROUX [3]), THÜREL). Auch CADWALADER [4]), SPILLER, H. LLOYD und C. BYRNES sahen vertikale „Blickparese" durch Herde in den Nuc. lentiformes. Da diese Fälle dadurch charakterisiert sind, dasz neben aufgehobenen willkürlichen Augenbewegungen die reflektorischen vollständig oder teilweise vorhanden sind, so kommt ein richtiger „stierer Blick" zustande; auch ist das der Fall, wenn, wie bei BACHs Fall [5]), die Oculomotoriuskerne vollständig durch einen Herd vernichtet worden sind. Bei FEILCHENFELDS [6]) und BRUNS' Fällen [7]) konnten unter analogen Verhältnissen nur die Augenlider bewegt werden.

Weiter ist daran zu erinnern, dasz das encephalitische Virus sicherlich elektiv auf den Mechanismus der vertikalen Blickbewegungen

---

[1]) BERGMARK: Upsala for Handlinger, Nye folgen, XXVI, H. 5—6.
[2]) FOURNIER: Rev. de Méd., 1898, S. 641.
[3]) ROUX: Rev. de Méd., 1910, S. 57.
[4]) CADWALADER: Arch. of Neur. a. Ps., Febr. 1923, S. 278.
[5]) BACH: Zeitschr. f. Augenheilk., 1899, S. 339.
[6]) FEILCHENFELD: Neur. Zentralbl., 1885, S. 409.
[7]) BRUNS: Arch. f. Psych., 1894, Bd. 24.

einwirkt, und dabei die horizontale Bewegung unberührt läszt [1]) [2]). Von andren Beobachtern ist ähnlich bemerkt worden, dasz gewisse Gifte, bes. Veronal, ebenfalls vorübergehend vertikale Blicklähmung verursachen können, während der Blick nach den Seiten nicht geschädigt ist. Überhaupt musz die schnelle Wiederherstellung nach Blicklähmungen Verdacht auf Vergiftung wachrufen; so selten sind (nur VERREY, KORNILOW, FORSTER) in der Literatur Fälle von Blickzwangsstellung zu finden, deren Symptome zurückgegangen sind. Anderseits sind Fälle beschrieben, wo man angeblich gar keine anatomischen Veränderungen gefunden hat. So hat TÖDTER einen Fall beobachtet, wo nur „etwas weitere perivasculäre Lymphräume" gefunden wurden, denen er — wohl zu Unrecht — keine Bedeutung für das Syndrom beimiszt.

Es ist anzunehmen, dasz in mehreren Fällen von vertikaler Blicklähmung, wo man bei der Hirnsektion „keine positiven Resultate" erhielt, blosz solche wenig auffallenden Veränderungen wie bei RÖHRIGs kleinem linksseitigen Herd bestanden. Auch der kleinste Herd in dieser Gegend (Abb. 22 *d*, S. 261) kann wahrscheinlich — gegen MARBURG [3]) — die zuführende Bahn (aus den Kernen der grauen zentralen Substanz, welche mit dem Neostriatum verbunden sind) unterbrechen. Dasz ein Fall wie derjenige THOMSENs beweisen soll, dasz eine Blicklähmung durch ausschlieszliche Läsion einiger peripherer Oculomotoriuswurzeln zustande kommen kann, wird jetzt wohl von niemand mehr unterschrieben werden.

§ 18. Kann man das Erhaltensein gewisser reflektorischer (horizontaler und vertikaler) Deviationen und andre Symptome für die Lokaldiagnose bei einer Blickzwangsstellung verwerten?

Aus den Ausführungen in Kap. 18, § 6, S. 204 ergibt sich, dasz dort, wo man eine *horizontale* Blickzwangsstellung vorfindet, die Untersuchung der Reflexdeviation meistens imstande ist, festzustellen, ob die Läsion im sekundären [4]) d.h. in dem vestibulo-mesencephalen Reflexkreis zu suchen ist (Schema SS. 227—228) oder aber im Globus pallidus und in dessen Verbindungen mit dem Nuc. commissurae posterioris. Namentlich die Kaltspülung hat sich mir mehr noch als die Rotation, die Galvanisation und der optische Nystagmus für diesen Zweck bewährt. Auch das Verhalten der kompensatorischen Bulbusbewegungen bei passiver Drehung des Kopfes ist von Wert für die Lokaldiagnosestellung sowohl bei einer horizontalen als bei einer vertikalen Augenzwangsstellung. Dreht man den Kopf des

---

[1]) BIELSCHOWSKY: Kl. Wochenschr., 1925, S. 120.

[2]) BICKEL: Rev. de la Suisse romande, 1922.

[3]) MARBURG: Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. 58, 1926, S. 253.

[4]) Hier musz darauf aufmerksam gemacht werden, dasz in dieser Hinsicht keine einheitliche Nomenklatur erreicht worden ist. Wenn WIRTH in seiner noch jetzt sehr lesbahren Analyse der Reflexe (Zeitschr. f. Augenheilk., XXVI, 1911, S. 323) das H.L.B. als supra-nucleäre Bahn dem peripheren Kern gegenüberstellt, so waren ihm die anatomischen Verhältnisse noch zu wenig bekannt, um eine richtige Einteilung der Systeme vornehmen zu können.

Patienten, während dieser ein vor ihm gelegenes Objekt fixiert, nach rechts oder links im Falle einer horizontalen, nach oben oder unten im Falle einer vertikalen Zwangsstellung, so bleiben die Augen anscheinend ruhig stehen, indem sie die ursprüngliche Fixation beibehalten. Aber auch ohne Fixation ist (nach SCHUSTER als Hals- und Labyrinthreflex) das Phänomen (Puppenkopfphänomen) zu beobachten, das wir S. 177 als Äquatorialreflex beschrieben haben. Fehlt die Reflexdeviation, so musz man eine Unterbrechung der Bahnverbindung zwischen der Vestibulärgegend und dem Commissurkern annehmen, d.h. praktisch gesprochen im H.L.B. Ist sie vorhanden, dann musz die Störung zwischen Commissurkern und Pallidum liegen.

Dasz *horizontale* Blickzwangsstellung nur selten durch eine oculomotoriusläsion kompliziert wird, beruht wohl darauf, dasz der betreffende Reflexkreis einen ziemlich groszen Umfang hat, während in der Nähe des III-Kerns nur ein winziger Teil desselben liegt. Dasz dagegen die vertikale Blickzwangsstellung viel öfter von Oculomotoriussymptomen begleitet wird, erklärt sich daraus, dasz hierbei der Reflexkreis an sich schon räumlich beschränkter ist und die III-Kerne nahe den Kernen der zentralen grauen Substanz unter der hinteren Commissur liegen, bei deren Schädigung die vertikale Blickzwangsstellung zustande kommen kann. Das gilt wohl besonders für das die Blickbewegung nach oben kontrollierende *Zentrum* (medialen grauen Kern). Vergl. Abb. 24, S. 276.

Kann man bei einer *horizontalen* Deviation auf Grund der jetzt vorliegenden Ergebnisse genauer feststellen, welcher Teil des Reflexbogens und welcher Abschnitt des Areals des H.L.B. vom Krankheitsprozesz befallen ist? Hier kann uns die Kenntnis der Roll- (resp. seitlichen Fallneigungs-) reflexbahn von Nutzen sein. Wir wissen, dasz eine Läsion des Vestibulariskerns (und seiner Wurzeln) selbst, neben Manegebewegung auch Rollbewegung, beide nach der kranken Seite, hervorruft, dasz aber die Bahn für die Manegebewegung und die konjugierte horizontale Deviation unmittelbar oral von der Vestibularisgegend die Mittellinie kreuzt (Abb. 11, S. 100 und Abb. 19a, S. 227), während die Fallneigungsbahn (19 b) im lateralen Horn des H.L.B. auf derselben Seite bleibt. Beim Tiere ergibt deshalb Durchschneidung des vollständigen rechten H.L.B. Manege nach links und Rollneigung nach rechts. Die Situation ändert sich, sobald die Hintere Commissur erreicht wird. Hier kreuzen beide Bahnen mit der Konsequenz, dasz eine einseitige Läsion in dieser Gegend oral von der Commissur Manegebewegung nach der kranken Seite und Rollbewegung nach der gesunden Seite zur Folge hat. Diese letzte Kombination findet sich auch, falls beim Tier die Verbindungen der Commissurkerne mit dem Pallidum unterbrochen sind, sowie bei einer Erkrankung des Pallidums selbst. Für den Menschen liegt jedoch noch nicht genügend Material vor, mit genauen Angaben über die seitliche Fallneigung (statt Rollung des Tieres), um dieses Symptom benützen zu können. Haben diese Daten Bedeutung für eine Lokalisation des Herdes im Längs-

schnitt des Hirnstamms, so wäre für die Lokalisation im Querschnitt, neben Schleifen- und Pyramidensymptomen, die An- oder Abwesenheit der Konvergenz (zentrale graue Substanz der Brücke) zu benützen. Falls die weiteren Erfahrungen meine Angabe (S. 198 und S. 274) über die Konvergenzlokalisation in der grauen Substanz zwischen beiden H.L.B. bestätigen, so wären diese Verhältnisse imstande, über die Ausdehnung des Herdes dorsalwärts ein Urteil zu ermöglichen.

Aus den sonstigen medullären, pontinen, mesencephalen, thalamischen Erscheinungen wird man in der Regel aber eine genauere Lokaldiagnose stellen können.

Die klinische Erfahrung lehrt, dasz die horizontalen Bewegungen sehr oft bei vertikaler Blickzwangsstellung intakt sind. Das läszt sich durch den nunmehr festgestellten grundverschiedenen Mechanismus der beiden Funktionen wohl erklären. Das Experiment hat dargetan, dasz nur dann vertikale Blickzwangsstellungen entstehen, wenn entweder das Neostriatum verletzt oder dessen verbindende Bahnen mit der III-Kerngegend (zentralem grauem Kern) unterbrochen sind. Caudalere Läsionen, jedoch oral von den unteren Oliven, ergeben in der Regel höchstens vertikalen Nystagmus und zwar dann, wie es scheint, wenn die zentralen Haubenbahnen in den Krankheitsherd einbezogen sind.

Hat man auch im Falle einer *vertikalen* Blickzwangsstellung nach oben oder unten Anhaltspunkte zur genaueren Lokaldiagnose des Herdes? Nach den bisherigen Ergebnissen wird man, falls die Reflexdeviationen (näml. in diesem Falle Puppenkopfphänomen, labyrinthärer, optischer Nystagmus) fehlen, einen Herd in der Nähe und zwar dicht oral von den III-Kernen vermuten können. Sind diese Reaktionen vorhanden, dann wird man auf einen Herd, wahrscheinlich auf beiderseitige Herde, mehr nach vorn, entweder in der zentralen grauen Substanz oder in den grauen Kernen im Thalamus, fahnden müssen. Man erinnert sich, dasz die Verhältnisse beim Menschen uns zwingen, hier übergeordnete Zentren (und zwar für die Blickzwangsstellung nach oben und nach unten) anzunehmen, welche ganz in der Nähe der III-Kerne gelegen sind. Man findet deshalb auch öfters bei vertikalen Blickzwangsstellungen gewisse Abschnitte der III-Kerne selbst geschädigt. Doch kann man weder BIELSCHOWSKY beipflichten, wenn er sagt, dasz das Fehlen der willkürlichen vertikalen Augenbewegung eine Schädigung der III-Kerne selbst beweise, noch MONAKOW, wenn er sagt, dasz das Erhaltensein der Reflexdeviationen auf einen *corticalen* Herd hinweise. Überhaupt haben wir uns veranlaszt gesehen, einstweilen alle Angaben in der Literatur über einen corticalen Einflusz auf die Zwangsbewegungen und Zwangsstellungen der Augen als fraglich und nicht einwandfrei anzusehen. Markante Unterschiede in der Motilität zwischen den beiden Augen (und zwar sowohl der inneren als auch der äuszeren Muskulatur) werden in der Regel eine Beteiligung der Oculomotoriuskerne verraten. Zweifellos stellte die Diagnostik der im Bereich der hinteren Commissur lokalisierten Herde, sowohl im

Experiment als im Krankheitsfall, an unser Vorstellungsvermögen die höchsten Anforderungen.[1]) Denn hier kann, was horizontale Lokomotion und Augenbewegungen betrifft, der gleiche Herd die vestibulo-commissurale Reflexbahn treffen, wie auch die superponierte Verbindung mit dem Pallidum. Wir wissen, dasz die Bewegungen in diesen beiden Fällen ein umgekehrtes Vorzeichen haben. Und was die *vertikalen* Augenbewegungen betrifft, so kann derselbe Herd die Verbindungen des supranucleären Kerns mit den III-Kernen und die letzten selbst beeinträchtigen und zugleich auch deren neostriäre Verbindungen (Fälle S. 255 und 244).

Schlieszlich wissen wir, dasz die eine Reflexbewegung sehr oft erhalten, dagegen eine andre verloren gegangen ist. So fand man im Fall R. (S. 257) Fehlen des willkürlichen Spähens nach oben; beim Versuch dazu bewegte sich nur das linke Auge ein wenig nach oben. Wenn man den Kranken ein Objekt in der Mitte des Gesichtsfeldes fixieren liesz und dann den Kopf passiv nach unten drehte, so bewegten sich beide Augen ein wenig nach oben. Das Puppenkopfphänomen und der Äquatorialreflex fehlten deshalb, sowie auch der optische Nytagmus. Deshalb ein gemischtes Resultat, wie SCHUSTER mehrere beschrieben hat, und wie sie auch in den französischen Publikationen nicht selten sind. Hier hätte man einen oder mehrere Herde in nächster Nähe oder in der Mitte der Oculomotoriuskerne und ihrer supraponierten Zentren zu erwarten.

Diese Unterschiede im Verhalten der verschiedenen Augenreflexbewegungen sind bei der horizontalen Deviation auf partielle Zerstörung der verschiedenen im H.L.B. zusammengefaszten Faserbündel zurückzuführen, wie in den Fällen FROMENTs, COLRATs und DÉCHEAUMEs.[2]) Vielleicht auch auf, wie wir S. 273 sahen, gewisse andre Umstände. Ein Reflex, der von beiden Labyrinthen (Rotation) abhängt, kann bestehen bleiben, wenn ein andrer, der nur von *einem* Labyrinth abhängig ist (Kaltspülung), verloren geht. Die Tatsache ist mit den Beobachtungen BORRIES' [3]) zu vergleichen, der bei partiellen Erkrankungen des Labyrinths ein verschiedenes Verhalten der Reflexe nachweisen konnte.

§ 19. Das Neostriatum als Zentrum für die vertikalen Augenbewegungen.

H. JACKSON [4]) erklärte, dasz in dem Corpus striatum und in seiner Umgebung jedenfalls („at any rate") ein Zentrum für die feineren Augenbewegungen bestehe, wobei er auf die Beobachtungen VULPIANS und PRÉVOSTs über konjugierte Deviation Bezug nahm. ECONOMO hat noch 1918 erklärt, dasz bei seinem Corpusstriatumsyndrom die Augenbewegungen frei blieben, später hat sich aber herausgestellt, dasz eben die Beobachtungen bei post-encephalitischem Parkinsonismus in dieser Hin-

[1]) Vergl. RAYMOND und CESTAN: Arch. d. Neurol., XIV, 1902, S. 86 und COLLIER: Brain, Bd. 50, 1927, S. 495.

[2]) FROMENT, DÉCHEAUME und COLRAT: Rev. Neur., 1928, II, S. 130.

[3]) BORRIES: Acta oto-laryngologica, IV, 1922, S. 348.

[4]) H. JACKSON: Ophthalmic. Hospital Reports, VIII, 1874, 893.

sicht JACKSONs These aus dem Jahre 1874 rechtfertigten. Bereits 1914 wurde darauf hingewiesen, dasz nur dann bei einer Thalamusläsion konjugierte laterale Deviation beobachtet wird, wenn das Bündel zwischen Globus pallidus und Nucleus commissurae posterioris getroffen ist. Von dieser letzten Beobachtung ging MARGULIES [1]) aus, als er die Frage aufwarf, ob nicht auch der Konvergenzkrampf, welcher bei seinem Patienten beim Blick nach oben auftrat, durch pallido-commissurale Verbindungen beeinfluszt werde. Auch BARRÉ und REYS [2]) hatten bereits bei Paralysis agitans die koordinierten Augenbewegungen gestört gefunden, jedoch nicht durch Lähmung, sondern infolge des erhöhten Tonus des Labyrinths (reflektorischer Spasmus?); wobei VELTER [3]) meinte, dasz die Veränderungen im Striatum bei der Paralysis agitans in 10 Jahren, bei dem postencephalitischen Parkinsonismus in 10 Wochen zustande kämen. Ich [4]) habe auch Argumente beigebracht, welche einen supra-vestibulären Einflusz auf die Blickkrämpfe entweder durch Läsion des Thalamus oder des Striatums annehmen lassen. Auch HOFF und SCHILDER [5]) führten Blickkrämpfe ursächlich auf vestibuläre Reize zurück. MACKENZIE [6]) beobachtete Roll-, M. FISCHER Manegebewegungen und Opisthotonus bei postencephalitischen Veränderungen.

Auch SZYMANOWSKI und ZYLBERLAST—ZAND, welche bei Postencephalitis supra-vestibuläre Störungen sahen, ebenso wie auch MARINESCO, RADOVICI und DRAGANESCO [7]), BOLLACK, POSTON, GRAHAM und GROSZ, sprechen alle in diesem Zusammenhang von Gleichgewichtsstörungen. LEMOS [8]) lokalisierte diesen Prozesz im Striatum. PÖTZL [9]) führte die mit Schlafneigung einhergehenden Blickkrämpfe, wie in den Fällen von PETTE und SPIEGEL und INUBA, auf eine Läsion der Mauthnergegend zurück, wodurch eine zeitweilige Unterbrechung des Neuronenkontakts mit dem Nucl. interstitialis und dem Nuc. commissurae posterioris einträte, eine Auffassung, welche durch den Fall CHIRAY, FOIX und NICOLESCO [10]) gestützt wird. Kurz, extrapyramidale Blickstörungen und Zwangsbewegungen und Zwangsstellungen sind in den späteren Jahren zahllos beobachtet worden, und es kann kaum einem Zweifel unterliegen, dasz postencephalitische Läsionen, sei es im Striatum, sei es in den das Striatum mit den grauen Kernen und den Commissurkernen verbindenden Bahnen

---

[1]) MARGULIES: Ges. Neurol. u. Psych., 93, 1924, 219.

[2]) BARRÉ-REYS: Bulletin med., 1921, 8, 644 und Vol. 56, 1922, S. 32.

[3]) VELTER: Ibidem, S. 648.

[4]) MUSKENS: Rev. Neurol., 1927, II, Nr. 2, S. 155 und Jnl. of Neurology, Oct. 1927, S. 132.

[5]) HOFF und SCHILDER: Lagereflexen des Menschen, Wien 1927 (Stengel, Monatschrift f. Psych., 70, 1928, 315.

[6]) MACKENZIE: Lancet, 1923, 2, 1385.

[7]) MARINESCO, RADOVICI, DRAGANESCO: Revue Neur., 1925, I, 149.

[8]) LEMOS: Revue Neur., 1924, II, 425.

[9]) PÖTZL: Monatschr. f. Psych., 1927, B. 64, 16.

[10]) CHIRAY, FOIX, NICOLESCO: Revue Neur., 1923, I, 305.

diesen Symptomen zugrunde liegen (§ 6, S. 432). Unter RAMSAY HUNTS[1]) automatischen und assoziierten Bewegungen, die vom Striatum kontrolliert werden, nehmen sicherlich die Augenbewegungen eine hervorragende Stelle ein. Schlieszlich erinnere ich daran, dasz zahlreiche Untersucher (ZINGERLE, FREEMAN, GUILLAIN, ALAJOUANINE, FOIX, THÉVÉNARD, KROLL) auch den Magnusreflex, besonders wenn ein gewisser Grad von Enthirnungsstarre besteht, als extrapyramidale Störung ansehen, d.h. durch Ausfall der striären Funktion bedingt.

§ 20. Das Problem der cortico-striären Verbindungen und der durch Cortexreizung herbeigeführten vertikalen Augenbewegungen.

Das bereits alte anatomische Problem des Verlaufs der willkürlichen Blickbahn ist einer Lösung noch immer nicht näher gebracht. Anatomisch orientiert ist die von MINKOWSKI[2]) aufgestellte Lehre von der Existenz direkter Verbindungen zwischen Cortex und Striatum. Nach ihm fällt das oculomotorische Zentrum im occipitalen Hirnstriatum nicht mit dem optosensorischen Zentrum zusammen.

Im Gegensatz dazu steht die Auffassung, die jetzt von D'HOLLANDER propagiert wird, nach welcher solche direkten Cortexstriatumbahnen nicht bestehen. In klinischer Beziehung wird an anderer Stelle (S. 231) darauf hingewiesen, dasz weder der Beginn noch der Verlauf der Blickbahn für die vertikalen Augenbewegungen bekannt sind; gleichfalls kennen wir nicht genau die Verbindungen, deren Läsion in Tierversuchen die Zwangsbewegungen nach vorn und hinten hervorbringen.

Während E. SCHAEFER[3]), wie später VOGT und BARANY, durch elektrische Reizung des occipitalen Cortex Augenbewegungen zur Seite, nach oben und unten feststellen zu können glaubte, hat DANILLO[4]) den Beweis geliefert, dasz man diese Augenbewegungen noch nach Wegnahme des Cortex, bei Reizung der weiszen Substanz, beobachten kann, selbst wenn das ganze Stirnhirn vorher abgetragen worden ist, wobei um so mehr Deviation ausgelöst wird, je tiefer man reizt. Diese letzte Beobachtung weist darauf hin, dasz möglicherweise die Reizung der Stammganglien bei den Resultaten der Cortexreizung eine Rolle spielt.

Die meisten Neurologen stehen auf dem Standpunkt, der noch unlängst von SPILLER in kurzen Zügen skizziert wurde, dasz die corticale Lokalisation der horizontalen Augenbewegungen sehr wenig begründet sei, und dasz die corticale Lokalisation der vertikalen Augenbewegungen ganz und gar in der Luft schwebe.

---

[1]) R. HUNT: Arch. of Int. med., 1918, S. 647.
[2]) MINKOWSKI: Pflügers Arch., 141, 1911, 309.
[3]) SCHAEFER: Brain, 1889.
[4]) DANILLO: Wratch., 1888 (Referat Minkowski).

§ 21. Die Fragwürdigkeit der corticalen Bahn für die laterale und vertikale Blickwendung, sowie der sogenannten Rumpfzentren.

Nachdem bereits FERRIER darauf hingewiesen hatte, dasz auszer von der Occipitalgegend auch von der frontalen und parieto-temporalen Zone laterale Augenbewegungen mit faradischem Strome ausgelöst werden können [1]), hat eine ein halbes Jahrhundert lang währende Diskussion in allen Literaturen nicht vermocht, eine communis opinio in dieser Frage zu schaffen. Schon bald wurde von MUNK [2]) in vollkommen logisch erscheinender Weise die Beobachtung gemacht, dasz auch die Innervation der Rumpfmuskeln Abweichungen zeigte von der der anderen willkürlichen Muskeln. Dasz sowohl die Katze wie der Affe nach einer einseitigen Abtragung des Frontalhirns sich nur nach der verletzten Seite wenden können (dies war die Umschreibung für die Manegebewegung nach der kranken Seite, welche regelmäszig nach dieser das Pallidum schadigenden Operation auftrat), glaubte er durch einen besonderen Einflusz des Frontalhirns auf die Rumpfmuskeln erklären zu können. Doch hat GOLTZ [3]) sogleich darauf hingewiesen, dasz diese Schluszfolgerung zu weit gehe, weil sie sich lediglich auf das Symptom der Manegebewegung gründe. MUNKs Wahrnehmung [4]), dasz ein Hund nach Läsion des rechten Frontalhirns einen ihm von rechts gezeigten Leckerbissen zwar sah, aber nicht greifen konnte ist allerdings richtig, aber der Sprung von da zu der Annahme einer Lähmung der linken Rumpfmuskeln war verhängnisvoll. Übrigens waren bei diesen Versuchen auch Kopf und Augen nach der kranken Seite gerichtet und wurde der Kopf öfters gesenkt gehalten. Auch BIANCHIs Affe hielt nach doppelter Vorderhirnexstirpation den Kopf maximal nach oben und MUNK[5]) sah das Tier nach dieser Operation nach vorn und nach hinten purzeln, ebenso POLIMANTI.[6])

Was MUNKs Reizversuche anbetrifft, ist es von Interesse schon hier festzustellen, dasz, während man schon bei 12 cm Rollenabstand auf Reizung der motorischen Zone Bewegung in den Extremitäten beobachten konnte, man die Rolle bis 8 cm einschieben muszte, um vom Vorderhirn aus eine Bewegung von Rumpf und Lenden auslösen zu können. Auch bemerkt MUNK, dasz der Strom länger einwirken müsse; er glaubte sogar, einzelne Rückenmuskeln sich kontrahieren zu sehen.

Diese schwach fundierte Auffassung von der corticalen Innervation der Rumpf- und Augenmuskeln hat bis in die allerletzte Zeit die Literatur beherrscht, um so mehr, als spätere Arbeiten von HORSLEY und

---

[1]) MUNK, OBREGIA (Arch. f. An. u. Psych., 1890) und BERGER (Monatschr. f. Psych., I, 1901, Bd. 9) nehmen allerdings an, dasz diese Augenbewegungen eine Folge subjektiver Gesichtseindrücke, Halluzinationen, seien, verursacht durch Reizung des sensorischen occipitalen Cortex.

[2]) MUNK: Funktionen des Groszhirns, 2. Aufl., Berlin 1881, S. 72.

[3]) GOLTZ: Pflügers Arch., Bd. 34, 1884, S. 485.

[4]) MUNK: Sitz. Ber. der Preuss. Akad., 1882, S. 76.

[5]) MUNK: Sitz. Ber. der Preuss. Akad.,1895, XXX, S. 1.

[6]) POLIMANTI: Fisiologica dei Lob. Frontali, 1907, P. 23, 39, 45, 46.

SCHAEFER [1]) neue Tatsachen ans Licht förderten, welche ebenfalls auf die besondere Innervation der Rumpfmuskeln hinzuweisen schienen. Nach doppelter Exstirpation des Gyrus marginalis (wahrscheinlich auch mit Läsion des Neostriatums) stellten diese Untersucher eine Fallneigung und starke Beugung des Rumpfes nach vorn fest („Katzenbuckelstellung"), besonders, wenn beide Stirnpole der Hemisphären exstirpiert worden waren. — Noch verwirrter wurde die Streitfrage der Innervation der Rumpfmuskeln, als die Autoren bei den Experimenten 15 und 16 bemerkten, dasz successiv tiefer gehende Groszhirnläsionen neben Manegebewegung nach der kranken Seite auch in immer stärkerem Masze Roll- und Fallneigung nach der gesunden Seite hervorrufen. Auch UNVERRICHT und ROTHMANN bezogen diese abweichenden Verhältnisse auf die Rumpfmuskeln; man fand kein Zentrum für den Rumpf und wunderte sich darüber, dasz gerade die kräftigen Rumpfmuskeln eine so unsichere Lokalisation zeigten. Kein Wunder, dasz BEEVOR und HORSLEY [2]) bei diesem Stand des Problems wiederum auf die ungelöste Frage der konjugierten Deviation zurückkamen und noch genauer als früher das Feld festzustellen suchten, durch dessen faradische Reizung vermittels Kontraktion von Rumpf-, Augen- und Kopfmuskeln Kopf und Augen nach der gesunden Seite gerichtet werden. Vergleicht man ihre Beschreibung der Reizstellen auf dem Cortex mit der Serie Zeichnungen vom Rhesusaffen von PROBST oder ROUSSY, so stellt sich merkwürdigerweise heraus, dasz genau diejenige Stellen des Cortex am meisten empfindlich sind, deren Reizung am ehesten zu Stromschleifen durch den Globus pallidus Anlasz geben kann. Es ist nämlich äuszerst schwer, Cortex und Striatum gesondert zu reizen, weil sie so nahe beieinander liegen. Nicht einfacher wurde die Sachlage als BROWN und SCHAEFER [3]) den Beweis lieferten, dasz entgegen ihrer Erwartung die Exstirpation des Gyrus angularis keineswegs eine konjugierte Deviation nach der kranken Seite zur Folge hatte, eine Tatsache, welche von GERWER [4]) bestätigt wurde. MOTT [5]) zeigte, dasz der Effekt des Reizung des r. Gyrus angularis den der Reizung der rechten Occipitalisgegend übertraf, selbst wenn der faradische Strom viel schwächer war. Klinische Fälle wie diejenigen FRAENKELS [6]) bestätigen bald die Meinungen von WERNICKE und MUNK, dasz die „Nackenregion" stark frontal gelegen sei. Dasselbe bewies ein Fall von HEBOLD [7]): ein Mann mit groszem Tumor im Frontalhirn hielt bis kurz vor seinem Tode den Kopf maximal nach vorn gebeugt, was als ein Beweis für die Lokalisation der Rumpfmuskeln im Frontalhirn angesehen wurde! Was die anatomische Untersuchung

---

[1]) HORSLEY und SCHAEFER: Phil. Transactions, 1888, Vol. 179, S. 3 usw.
[2]) BEEVOR und HORSLEY: Phil. Transactions, 1887, Vol. 180, S. 205.
[3]) BROWN und SCHAEFER: Phil. Transactions, 1887, Vol. 180, S. 265.
[4]) GERWER: Neur. Zentr.bl., 1900, S. 165.
[5]) MOTT: Brit. Med. Int., 1890, I, S. 419.
[6]) FRAENKEL: Neur. Zentr.bl., 1887, S. 85.
[7]) HEBOLD: Arch. f. Psych., XVI, S. 552.

der Pyramidenbahn anbetrifft, so lieferte HOCHE [1]) den Beweis, dasz man bei Entartung der Pyramidenbahn die Fasern mittels der Marchimethode zwar bis zu verschiedenen Hirnnervenkernen verfolgen kann, aber sicher nicht zu den Augenmuskelkernen. Auch PILTZ [2]) ist es nicht gelungen, solche Fasern zu entdecken.

Es schien ein Weile, als ob SEPPILLI und UNVERRICHT, SCHAEFER und HORSLEY, GERWER, POLIMANTI und BIANCHI mit ihrer Annahme Recht hätten, dasz Nacken und Rückenmuskeln ihr corticales Zentrum im Stirnhirn besitzen, wenn auch bei dieser Annahme die ausgesprochenen Unterschiede, die die verschiedenen Untersucher bei denselben Versuchstieren gefunden hatten, im einzelnen unerklärt blieben. So leugneten LEWANDOWSKI und SIMONS [3]), dasz man bei Affen selbst mit den stärksten faradischen Strömen Rumpfwendungen veranlassen könnte. Doch nur selten vernahm man hier und da Stimmen, welche diese Gegensätze gar zu grob fanden um die obengenannte These unterschreiben zu können. So finden wir, dasz ROSENBACH [4]) bemerkt, dasz wenigstens die Augenbewegungen, die durch verschiedene faradische Ströme zuwegegebracht werden, „nicht zu der gleichen Gruppe von Innervationsvorgängen gehören, wie die von den motorischen Rindenzentren aus zu erzielenden Bewegungseffekte".

§ 22. *Weiteres über Kopf- und Augenbewegungen bei faradischer Reizung und Exstirpation der Rinde.*

Unter den inzwischen fortgesetzten Untersuchungen, welche immer wieder Zweifel an der wenig populär gewordenen Lehre von der gesonderten Lokalisation von Kopf-, Augen- und Rumpfbewegungen im Stirnhirn aufkommen liessen, stehen die Versuche an der Spitze, die zu der Feststellung unternommen wurden, ob die Lokalisation von Kopf- und Augenzentren identisch sei und ferner die Versuche mit der Fragestellung, ob die corticale Blickwendung nach oben und nach unten eine gleiche Lokalisation wie die laterale Bewegung hätte.

Die gründlichste Untersuchung, welche wir in dieser Richtung besitzen, ist wohl die LEVINSOHN'sche Arbeit.[5]) Nach Exstirpation des linken Stirnhirns (Versuch 4 und 5) notiert er in den ersten Tagen: Konjugierte Deviation nach links mit Drehbewegungen, welche er „nach links gerichtet" nennt, während von mir diese Zwangsbewegung in Hinsicht auf die nach rechts erfolgende Lokomotion als „Roll- und Fallneigung nach rechts" bezeichnet wird. Bei Nr. 5 sind Kopf und Augen nach rechts gewendet, und hier ist auch die Exstirpation tiefer. Man musz vermuten, dasz in diesem Fall die Gegend der Commissura posterior ge-

---

[1]) HOCHE: Arch. f. Psych., XXX, S. 117.

[2]) PILTZ: Neur. Zentr.bl., 1902, S. 482.

[3]) LEWANDOWSKI und SIMONS: Pflügers Arch., 129 1909.

[4]) ROSENBACH: Neur. Zentr.bl., 1889, S. 255.

[5]) LEVINSOHN: Arch. f. Ophthalm., Bd. 71, 1907.

troffen war.[1]) Dagegen bemerkte L., dasz nach Exstirpation der Gyri angulares und occipitales blosz für die Dauer einer halben Stunde konjugierte Deviation vorhanden war. An dem Frontallappen waren keine getrennten Punkte festzustellen, von welchen aus Augenbewegungen nach oben und unten gesondert ausgelöst werden konnten.

Das Wichtigste an der Untersuchung LEVINSOHNs ist meiner Ansicht nach, dasz auch bei den Makaken nach Läsion des Corpus striatum die typische Kombination von Kopfwendung nach der *kranken* Seite — identisch mit Manegebewegung nach der kranken Seite bei Hund, Katze und Kaninchen — mit *Rollbewegung* bezw. Fallneigung zur *gesunden* Seite auftritt. Läsion des Vorderhirns geht mit Hemianopsie einher, ebenso wie bei der Katze, so dasz sowohl Affe als Katze konjugierte Deviation von Kopf und Augen zu der *sehenden Gesichtshälfte* hin zeigen.

Über experimentelle Erzeugung getrennter Bewegungen von Kopf und Augen durch corticale Reizung findet man in der Literatur nur wenig Resultate. GRAHAM BROWN fand, dasz man von den occipitalen und mittleren Frontalwindungen aus immer zugleich Augen- und Kopfbewegungen auslöst; nur wenn er die obere Frontalwindung reizte, glaubte er blosz Kopfbewegungen nach der anderen Seite zu beobachten, während die Augen fixiert blieben. FERRIERs und HITZIGs ursprünglicher Standpunkt, dasz es keine gesonderte Lokalisation für Kopf und Augenbewegungen gebe, erscheint mir auch jetzt noch vertretbar. BECHTEREWs angeblicher Gegenbeweis ist bereits von DUBOIS RAYMOND widerlegt worden und die entsprechenden Ergebnisse von MOTT und SCHUSTER und SHERRINGTON sind nicht so eindeutig, dasz sie für eine Entscheidung ins Gewicht fallen.

Für die Frage der lateralen Augenbewegungen schlieszlich ist es von Interesse, dasz SHERRINGTON durch Rindenreizung vor und nach Abtragung der Rinde einen hemmenden Einflusz auf die laterale Blickwendung feststellen konnte. Aus seinen Beobachtungen schlieszt er, dasz bei diesen Versuchen subcorticale Gebilde mit gereizt werden. ROTHMANN hat gefunden, dasz im Gegensatz zu den anderen reizbaren Rindenarealen mit *galvanischem* Strom vom Stirnhirn aus keine Augen- und Rumpfbewegungen ausgelöst werden können. BARANY und VOGT fanden, dasz man bei Reizung des Stirnhirns mit schwächerem Strom leichter eine Augenbewegung nach der anderen Seite hervorrufen kann als durch Reizung der occipito-parietalen Rinde. Die frontale Reizung habe einen stärkeren Einflusz auf den Spülungsnystagmus als irgend eine andere Rindenreizung.

Unlängst fand G. SCHUBERT[2]) dasz man mittels faradischer Reizung im hinteren

---

[1]) Wie wenig genau man solche Läsionen lokalisieren konnte, stellte sich u.a. bei meiner Katze 205 (MUSKENS: Epilepsie, 1926, S. 102, Abb. 24) heraus, wo beabsichtigt war, ausschlieszlich Rinde abzutragen, während jedoch der ganze Globus pallidus betroffen war.

[2]) G. SCHUBERT: Pflügers Arch., 222, 1929, S. 765.

Abschnitt des Gyrus coronalis beim Hund das gleichseitige Auge nach unten, das gekreuzte nach oben bewegen könne. Für denjenigen, der sich an einer Serie von Hirndurchschnitten orientieren will, kann nach meinen Darlegungen (S. 98 u.f., § 2, S. 215) über die Lokalisation der Rollbewegung (und der HERTWIG-MAGENDIE-Schielstände) im vorderen Abschnitt des Pallidums kaum eine andere Interpretation in Frage kommen als Stromschleifeneffekt aus diesem Gebilde. Das Verkennen auch der oculomotorischen Bedeutung des Pallidums lag auch wohl der Äuszerung SPIEGELs und TESCHNERs zugrunde, wenn sie noch unlängst der Durchschneidung der Capsula interna für die nach einseitiger Groszhirnläsion entstehende horizontale Augendeviation Wert beilegten.

Die kritische Betrachtung der zahlreichen einschlägigen experimentellen Untersuchungen in Verbindung mit den neueren anatomisch-physiologischen Resultaten führt zu der Frage: ist man nicht auf einen falschen Weg geraten, wenn man die Bahn für die willkürlichen Augenbewegungen mit einer corticalen Bahn identifiziert? Schon WERNICKE hat auf die andersartige vielmehr reflektorische Natur der sogenannten willkürlichen Augenbewegungen, im Vergleich mit sonstigen Willkürbewegungen, hingewiesen. Es fragt sich, ob nicht das Pallidum als Ausgangspunkt für die „willkürlichen" horizontalen Augenbewegungen angesehen werden musz: eine Auffassung, die keineswegs ausschlieszt, dasz dieses Gebilde auf indirektem Wege (via Thalamus) mit Cortexteilen in Wechselwirkung steht [1]), während die Rollen der Commissurkerne und des hinteren Längsbündels automatisch in das Schema sich einfügen. Ohne diese Annahme musz man in anatomischer Hinsicht in eine Sackgasse geraten.

MONAKOW [2]) liesz die Fasern der groszen Pyramidenzellen des Occipitallappens in den Corpora quadrigemina und den Corpora geniculata externa endigen, während sie nach PROBST vom Stratum sagittale zum Putamen, zu den Corpora geniculata externa und zum lateralen Thalamuskern verlaufen, eine Auffassung, welche wie bekannt von MINKOWSKI nicht geteilt wurde. Weder aus dieser Untersuchung noch aus der von BACH und PROBST kann man genügend Gründe für die letzte Ansicht zu sammenbringen. Schlieszlich haben DEJERINE und WINKLER bekanntlich die aberrierenden Pyramidenbündel als Bahn für die motorische Augenbewegung betrachtet. Positive Beweise für diese Ansicht sind nie geliefert worden.

Auszerdem hat D'HOLLANDER [3]) die Vermutung ausgesprochen, dasz die cortico-fugale, die Augenbewegungen kontrollierende Bahn im Nucl. posterior thalami endige: von diesem, deshalb *motorischen* Kern sollten die Augenmuskelkerne innerviert werden. Wenn auch die Zellen des Nucleus posterior etwas gröszer sind als die der anderen Thalamuskerne, so hat D'HOLLANDERs Ansicht, da sie im Widerspruch zu allgemein gültigen Auffassungen steht, bisher keinen Anklang finden können.

Wie die Dinge stehen, bieten schon diese negativen Resultate ge-

[1]) LEGROS CLARK und BOGGON: (Jnl. of Anat., V. 67, 1933, S. 225) doppelgerichtete Verbindung Nuc. ant. thal. und Gyrus cingularis.

[2]) MONAKOW: Arch. f. Psych., XX.

[3]) D'HOLLANDER: Arch. de Biologie V, 32, 1933, 251.

nügenden Anlasz, das Problem der anatomischen Grundlage der Blickbewegungen zu revidieren. Vergleichen wir sie nun mit den Resultaten HOCHES, BARNES' u.a. über den Verlauf der Pyramidenbündel, so sehen wir, dasz zwar entartete Pyramidenfasern bis in den Facialiskern und bis in die grauen Vorderhörner verfolgt werden können, dasz aber niemals entartete Fasern bis zu den III-, IV- und VI-Kernen gefunden wurden. Mit besonderer Hartnäckigkeit taucht in der Literatur immer wieder der Gedanke auf, dasz die Corpora quadrigemina bei der konjugierten Deviation bezw. bei den Augenbewegungen eine Rolle spielen. Für diese Fragestellung ist die Arbeit BUSACCAs [1]) von Bedeutung, weil sie einen neuen Beweis dafür liefert, dasz auch bei den höheren Säugetieren keine anatomischen Verbindungen zwischen Hirnrinde und den III- und IV-Kernen bestehen.

B. fand 1. dasz der gekreuzte Tr. tecto-spinalis bis in die Cervicalgegend hinabsteigt, und betrachtete ihn als ein optisches Reflexbündel aus den Vierhügeln; 2. dasz der ungekreuzte Tr. tecto-spinalis bis zum 2. Cervicalsegment reicht und als akustisches Reflexbündel anzusehen sei; 3. verfolgte er den Tr. tecto-reticularis und sah dabei *a.* Fasern zur Commissura posterior; *b.* Verbindungen zwischen den vorderen und hinteren Vierhügeln. c. Verbindungen mit dem Corpus geniculatum mediale.

Er fand keine Spur eines Tr. tecto-thalamicus und keine Spur eines Tr. tecto-corticalis. Dagegen hat CASTALDI [2]) darauf hingewiesen, dasz von den Vierhügeln zahlreiche Fasern zu den tegmentalen Zentren gehen, ebenso in die Medulla oblongata, welche Kollateralen zum H.L.B. und zu den III- und IV-Kernen abgeben. Diese Verbindung zusammen mit den Tr. cortico-tectales sollte die cortico-oculomotorische Bahn bilden. CASTALDI vergleicht dieses Resultat mit FANOs experimentellen Arbeiten: FANO [3]) sah ruhige Schildkröten nach Abtragung der Vierhügel eine grosze Beweglichkeit erlangen. Nach FANO hemmt das Mesencephalon den Nodus deambulatorius des Striatums, mit anderen Worten, das mesencephale Tier untersteht nicht mehr dem regelnden Einflusz des Striatums.

Zusammenfassend können wir also eine Diskrepanz der experimentellen Ergebnisse der beiden Autoren [4]) feststellen, da sie verschiedene Hirnrindenzonen fanden, von welchen aus sie durch faradische Reizung Augenbewegungen auslösen konnten: 1. Eine *frontale* Zone: DEJERINE und SCHWEIGOFFEN glaubten eine Seitenbahn von den Frontalwindungen zur Capsula interna, SCHUKOWSKI [5]) beim Kaninchen eine solche via Capsula externa und Commissura anterior festzustellen. 2. Eine *occipitale* Zone: BECHTEREW fand eine Stelle, von welcher aus man lediglich konjugierte Deviation der Augen ohne Kopfbewegung zur anderen Seite auslösen konnte. 3. Eine *parietale* Zone: Hier insbesondere wurden die Autoren von der Tatsache überrascht, dasz zur Erzielung von Augenbewegungen stärkere Ströme erforderlich sind als sonst bei der Auslösung motorischer Rindenreaktionen. Es gelang bisher nie, durch anatomisch-physiologische

1) BUSACCA: Recherche di Morphologie, Vol. 1, 1920, 310.

2) CASTALDI: Lo Sperimentale 1922, V, 76, S. 22.

3) FANO: Archives Italiennes de Biologie , 1898.

4) BIANCHI La Meccanica, Milano 1920.

5) SCHUKOWSKI: Neur. Zentr.bl., 1897, S. 524.

Untersuchungen die Bahn für die willkürlichen Augenbewegungen mit Sicherheit festzustellen.

Es erhebt sich die Frage, ob für die konjugierten Augenbewegungen (und die Lokomotion) die pallido-commissurale Bahn eingeschaltet sein musz.

Für die Frage der supravestibulären Funktion des Neostriatums für die vertikalen Bewegungen sind die von den Physiologen gemachten Erfahrungen an „groszhirnlosen Tieren", bei welchen man in mehreren Sitzungen fast die gesamte Hirnrinde abgetragen hat, von Bedeutung. Die Präparate von zwei dieser in der Literatur anatomisch und physiologisch beschriebenen Tiere habe ich im Hirninstitut untersuchen können. Hierbei fiel auch zugleich Licht auf die striären Verbindungen mit den Oliven (An dieser Stelle ist zu bemerken, dasz in den Protokollen jener Tiere nirgend etwas von Augenbewegungsstörungen gesagt ist).

§ 23. Befunde an „groszhirnlosen" Tieren.

Der GOLTZ'sche [1]) Hund zeigte ein ziemlich gutes Gleichgewicht, lief nach *rechts* in Manege (in Übereinstimmung mit meinen Befunden hatte der rechte Globus pallidus gelitten). Nach der ersten Operation (vergl. HOLMES), Abtragung von Hirnsubstanz auf der linken Seite, zeigte das Tier Überschlagen nach oben. Ebenfalls in Übereinstimmung damit wurde bei dieser ersten Operation — in Gegensatz zum zweiten Eingriff — das Neostriatum schwer geschädigt. Demzufolge erschien die zentrale graue Substanz des Metathalamus merklich reduziert. Von den Autoren [2]) auch jener Zeit wurde das Symptom(Zwangsbewegung nach vorne, nach hinten) nicht beachtet. GIRNDT [3]) jedoch machte bei seinen Thalamuskatzen Aufzeichnungen über eine Neigung zur Beugung nach vorne, während bei Querläsionen durch den Thalamus die Streckstellung nach hinten überwog (Enthirnungsstarre). G. bemerkt dabei, in Übereinstimmung mit MAGNUS und DE KLEYN, dasz bei jeder Kopfstellung die Zentren der Körpermuskulatur auf eine bestimmte Bewegungstendenz eingestellt werden; es liegt mit anderen Worten das Phänomen „Pars pro toto" vor, wie es auch von GAMPER [4]) bei seinem menschlichen Mittelhirnwesen beobachtet wurde. Die Präparate des GOLTZ'schen Hundes, bei welchem auf einer Seite der Nucleus caudatus, auf der anderen das Putamen verletzt worden war (HOLMES [5])), sind unlängst wieder von WALLENBERG durchgesehen worden; er kam auf Grund des Vergleichs (mit FLECHSIG und JELGERSMA) beider Seiten zu der Auffassung, dasz das Putamen via Haubenbündel mit den Oliven Verbindungen unterhält, im Gegensatz zu ECONOMO [6]),

[1]) GOLTZ: Pflügers Arch., 51, 1891, S. 570.

[2]) SCHALTENBRAND und COBB: Allgem. Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psych., 222, 1929, S. 590.

[3]) GIRNDT: Pflügers Arch., 218, 1926.

[4]) GAMPER: Ges. Neur. u. Psych., 104, 1926, S. 56.

[5]) HOLMES: Jnl. of Phys., 1901, S. 27.

[6]) ECONOMO: Ges. Neur. u. Psych., 43, 1918, S. 175.

der aus dem Putamen keine Bahn weiter als bis zum Nucleus Ruber verfolgen konnte.

Dem ROTHMANN'schen Hunde wurde am 6. 2. '09 die rechte, am 2. 3. '09 die linke Hemisphäre abgetragen. Am meisten wurde nach der

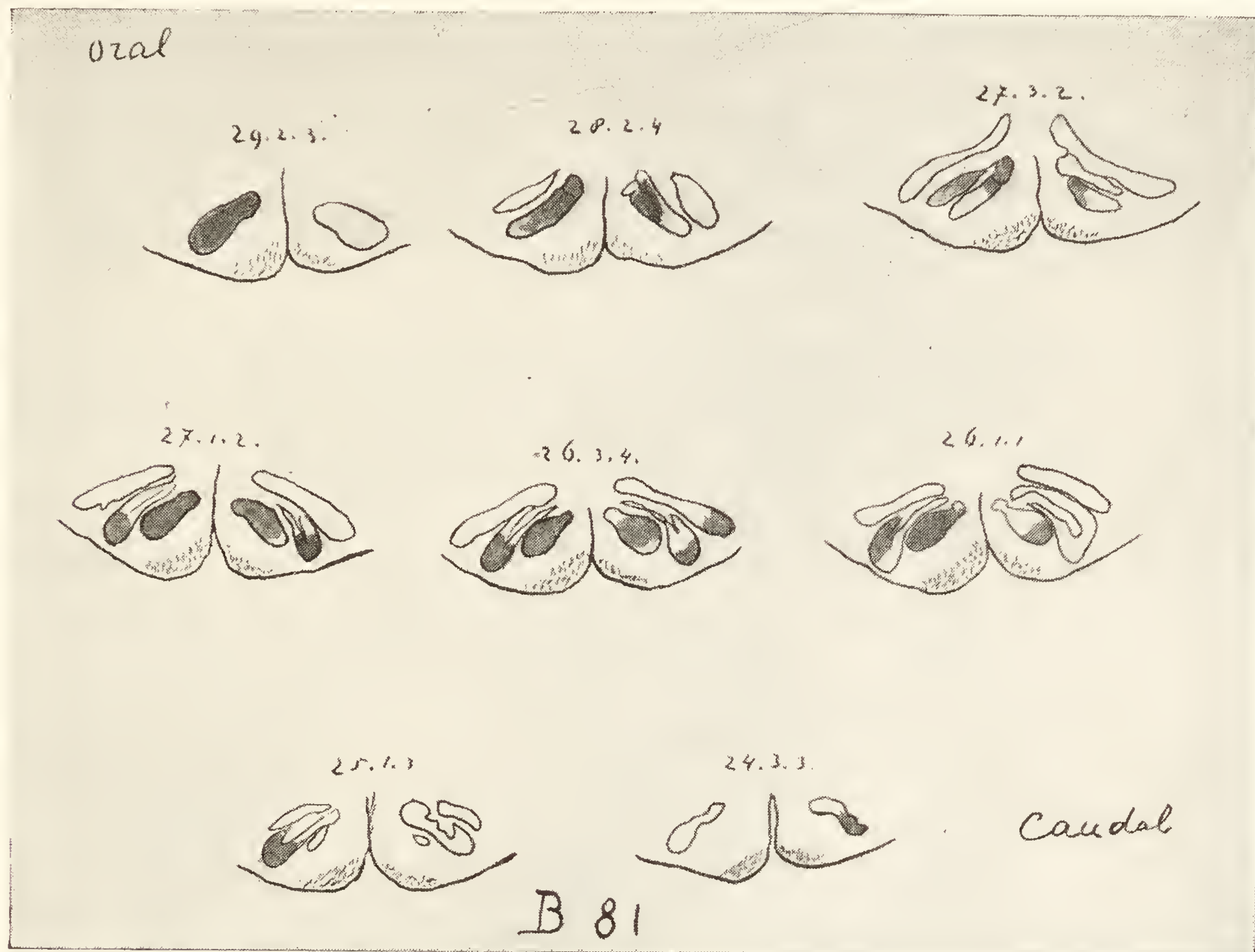


Abb. 25.

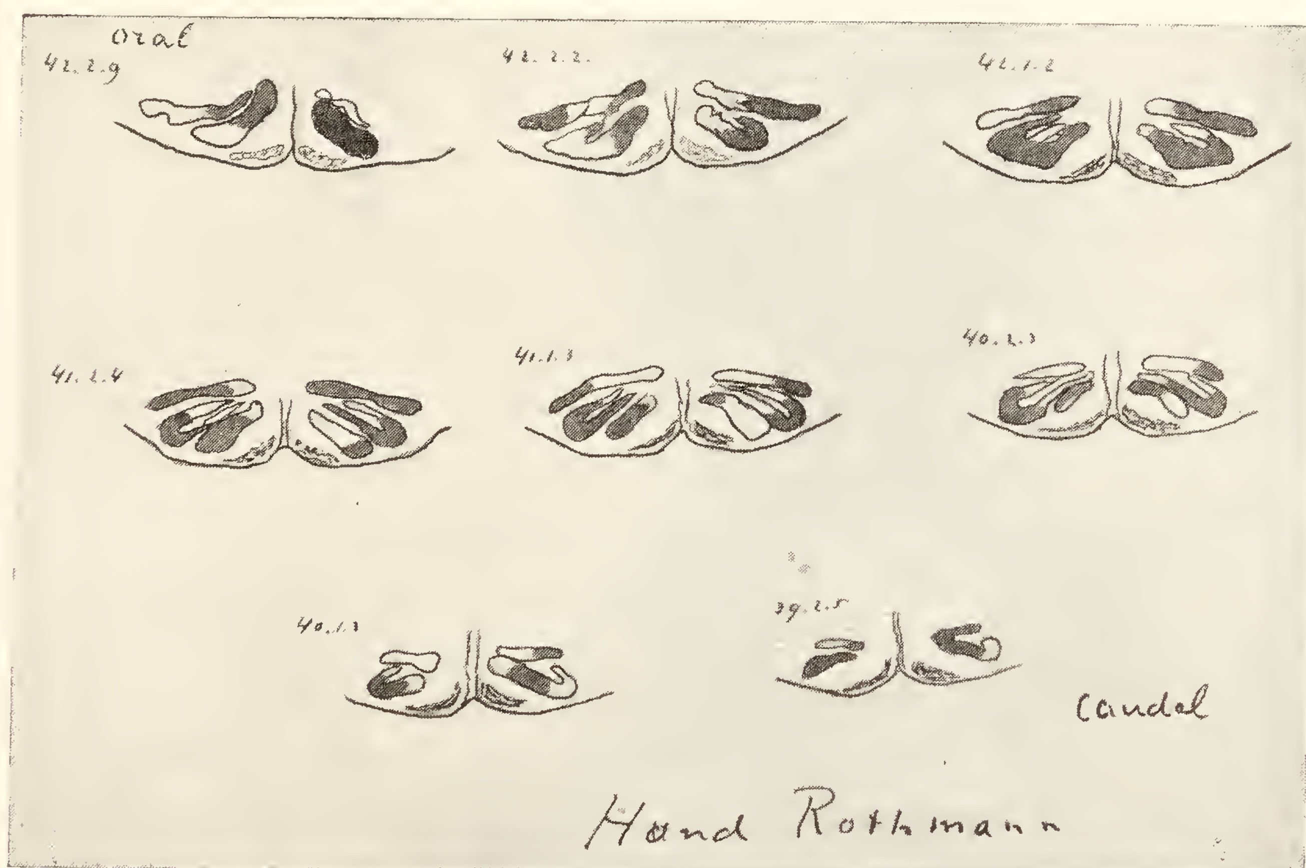


Abb. 25 *b*. Hund ROTHMANN.

letzten Operation Niederducken des Kopfes beobachtet; später überwog Aufbäumen und Retrogression (vergl. Abb. 41, S. 388). Rollstand nach links wohl infolge Läsion des vorderen Abschnitts des rechten Globus pallidus. Der Katze von DUSSER DE BARENNE wurde beiderseits das Neopallidum abgetragen. Infolge Verletzung des linken Globus pallidus: Fallneigung und

Rollbewegung nach rechts. Öfters Niederducken des Kopfes oder auch Kulbutation nach hinten.

In Tabelle 8 habe ich in einem Schema die Läsion verschiedener Teile des Striatums zum Ausdruck gebracht. Die einzige vollständig asymmetrische Läsion ist die des linken Globus pallidus bei DUSSERs Katze; sie findet ihren Ausdruck in der lange andauernden Rollneigung nach rechts und in der Bevorzugung der rechten Seitenlage. In Übereinstimmung damit findet man auf Querschnitten des Hirnstammes das Gebiet des linken Nucl. interstitialis reduziert und viele seiner Zellen entartet (Zell-

TABELLE 8.

Object	Nuc. Caud.		Putamen		Glob. pall.	
Katze 81 Dusser	L	R	L	R	L	R
Horiz.						
Vertik.						
Hund Rothmann Horiz.						
Vertik.						

grenzen unscharf, Zellen selbst atrophisch.) Die zentrale graue Substanz unter der Commissura posterior hat links im Vergleich zu rechts erheblich an Ausdehnung eingebüszt. Falls, wie wir es nach den vorangehenden Beobachtungen vermuten, zwischen Neostriatum und den Oliven ein ähnliches Verhältnis besteht wie zwischen dem Palaeostriatum und den Commissurkernen, werden wir bei Untersuchung der unteren Olive sicher auch dort Veränderungen zu erwarten haben. In der Tat sind diese vorhanden, und zwar findet man in Abb. 25 *b* als Folge einer Läsion dieses Gebietes die groszen Olivenzellen in pathologischem Zustand. Schraffiert ist der Bezirk, in welchem die Mehrzahl der Zellen sich in geschwollenem Zustand befand. Während sich die normale Olivenganglienzelle bei Karmin- und VAN GIESON-präparaten in ihre Kapsel zurückzieht, so dasz vom Rand aus gesehen $1/3$ des Raumes freibleibt, sieht man hier die geschwollenen Zellen den Raum ganz ausfüllen.

Überrascht ist man zunächst von den viel ausgedehnteren Veränderungen beim ROTHMANN'schen Hund. Sie sind wohl folgendem Umstand

zuzuschreiben: 1. Die hauptsächliche Läsion sitzt hier im Neo- und Palaeostriatum. 2. Die Operation wurde um mehr als 2 Jahre überlebt. Die gleichsam totale Exstirpation des linken Nucleus caudatus und des Putamens zeigt sich in einem zwar geringen, aber unverkennbaren Unterschied der Markfärbung der linken Haubenbahn. (Abb. 19, auch Abb. 20 der ROTHMANN'schen Abhandlung).

Bei DUSSERs Katze ist links das Putamen gröszenteils abgetragen. Infolgedessen findet man das zentrale Haubenbündel in Abb. 11 links etwas heller gefärbt [1]). In Übereinstimmung damit sind die Veränderungen der linken Oliven am stärksten (Nuc. lateralis?).

Man fragt sich, ob es denn in der Literatur keine anatomischen Feststellungen gibt, welche das Striatum mit den vestibulären Kernen in Verbindung bringen. Aber wir finden nur, dasz E. SACHS und MARBURG in FORELS Faszikel aufsteigende Bahnen anerkannt haben. In einem Fall von Syringobulbie war der Nucl. triangularis verschwunden; auf derselben Seite fand man diesen Faszikel atrophisch. WALLENBERG soll auf Grund seiner Beobachtung am GOLTZ'schen hirnlosen Hund, wonach namentlich das zentrale Haubenbündel auf der Seite der stärksten Läsion des Neostriatums atrophierte, unter denen genannt werden, die im zentralen Haubenbündel eine neostriato-oliväre Verbindung erkannten. B. JOHNSTON [2]) hat darauf aufmerksam gemacht, dasz der Nucl. caudatus erst bei auf dem Land lebenden Reptilien zur Entwicklung kommt, und dasz bei ihnen somatische bezw. vestibuläre Reizung mit einer olfactorischen im Zusammenhang steht.

Wir kommen zu folgenden Schlüssen:

1). Eine corticale motorische Bahn für vertikale Körper- und Augenbewegungen konnte durch das physiologische Reizexperiment nicht einwandfrei nachgewiesen werden. Es ist ebensowenig gelungen, mittels corticaler faradischer Reizung bezw. durch Exstirpation von Rindengebieten Zwangsbewegungen in der Vertikalebene auszulösen.

2). Sowohl klinische als physiologische Beobachtungen, und namentlich das Studium der bekannten sogenannten totalen Groszhirnabtragungen, haben das übereinstimmende Ergebnis, dasz das Neostriatum als einer der Ursprünge des zentralen Haubenbündels aufzufassen ist, und dasz es — sowohl bei Läsion wie bei elektrischer Reizung — für Rumpf und Augenbewegungen in der Vertikalebene eine Rolle spielt. Es fragt sich, ob für die Augenbewegung (und Lokomotion) in der vertikalen Ebene das Neostriatum und die zentralen grauen Kerne die Rolle spielen, welche vom Pallidum und den Kommissurkernen für die Augenbewegungen in der horizontalen und frontalen Ebene gespielt wird. Beide letztere Gebilde stehen ja mit den unteren Oliven in Verbindung. Indirekte corticale Verbindungen sind etwa via Thalamus annehmbar.

[1]) B. BROUWER: Archives neerlandaises de Physiologie, IV, 1919, S. 147.
[2]) B. JOHNSTON: Jnl. Comp. Neurol., 35, 1922, S. 369.

ABSCHNITT V.

Die vestibuläre Funktion des Stirnhirns (einschlieszlich des Corpus striatum). Stirnhirn- und supratentorielle Ataxie.

KAPITEL 21.

ANATOMISCH-PHYSIOLOGISCHE GRUNDLAGE.

§ 1. Einleitung.

Mit merkwürdiger Regelmäszigkeit liefert die neurologische Weltliteratur seit einem halben Jahrhundert zahllose Arbeiten und Monographien über das Stirnhirn, vorwiegend physiologischen, häufig klinischen, öfter psychologischen und psychiatrischen Inhaltes. Wenn trotzdem bis jetzt kaum die Fragestellungen sich zu klären beginnen, liegt das daran, dasz man sich vielfach gegen das wichtige GRIESINGER'sche Prinzip vergangen hat: erst Anatomie, dann Physiologie, dann die Klinik. Die schwerste Schuld trifft hierbei wohl diejenigen, welche — bis in die letzte Zeit — geglaubt haben, durch rohe Eingriffe, die vollständige oder teilweise Abtragung des Stirnhirns eine tiefere Einsicht in die Funktion eines Hirnteils zu erlangen, der zahlreiche Bahnen und Zentren umfaszt, welche sicherlich verschiedenen Funktionen dienen. Solche Experimente haben denn auch, zumal wenn die genaue histologische Nachuntersuchung des Gehirns unterblieb, nur geringe Beiträge zur Förderung dieser Fragen liefern können.

Obwohl sich das Interesse der Neurologen wenigstens in holländischen Kreisen schon seit 25 Jahren dem gestreiften Körper zugewandt hat, kann man nicht sagen, dasz die Vermehrung unserer Kenntnisse über das Neo- und Palaeostriatum durch ARIENS KAPPERS und seine Schule in den der Physiologie und Klinik des Stirnhirns gewidmeten Arbeiten ihren Niederschlag gefunden hätte.

Ein andrer Umstand, der eine weitere Vertiefung unserer Kenntnisse erschwert hat, ist wohl darin zu sehen, dasz man die vestibulären und supra-vestibulären Störungen, Augenzwangsstellungen und Zwangsbewegungen, besonders in antero-posteriorer Richtung, nicht als solche erkannt hat. Nur so ist es zu erklären, dasz man in grob vereinfachender Weise vielfach Erscheinungen wie Emprosthotonus und Opisthotonus ohne weiteres einer Affektion der Rückenmuskelinnervation zuschrieb (MUNK, BRUNS, ROTHMANN) und so zu dem Trugschlusz kam, im Vorderhirn seien Rückenmuskelzentren vorhanden.

Schlieszlich hat das Übersehen der besonderen Gefäszversorgung des

vorderen Teiles des Globus pallidus (durch Endarterien aus der Art. cereb. anterior, so dasz ein Eingriff in den basalen Teil des Stirnhirns notwendig lokale Erweichungen im Palaeostriatum hervorrufen musz) vielfach zur Verwechslung und Vermischung von Striatum- und Stirnhirnsymptomen beigetragen. Dieser Punkt wird in einem anderen Kapitel noch behandelt werden (Kap. 22, S. 324).

Da es in diesen Ausführungen namentlich auch darum geht, ein besseres Verständnis der Stirnhirnataxie anzubahnen, könnte es unsere Aufgabe scheinen, von einer genauen Definition dieses Begriffes auszugehen. Um so mehr als man diesen Begriff ins Uferlose hat ausdehnen wollen, indem man Symptome wie bestimmte psychische Störungen und Symptome wie den Gang mit kleinen Schritten und Zwangsgreifen dazu zu rechnen geneigt war. Davon wollen wir aber absehen, da es im Laufe der Ausführungen durch die Analyse der Erscheinungen selbst viel klarer werden wird, was man m.A.n. unter frontaler Ataxie zu verstehen hat. Die Vorstellung davon war nie ganz eindeutig, denn sobald man die unter dem Begriff der Stirnhirnataxie verstandenen Erscheinungen zu analysieren anfing, muszte man erkennen, dasz weder eigentliche tabische Ataxie und Dysmetrie noch eigentliche Inkoordination vorhanden war. Wenn man kritisch die in Frage kommenden Arbeiten durchsieht, wird es auffallen, dasz es namentlich die Abweichungen in der vertikalen oder anteroposterioren Ebenen waren, die als Ataxie gedeutet wurden. Mit Verwunderung wird man bemerken, dasz über eine so wichtige Symptomgruppe wie die Fallneigung (nach vorne und hinten, nach rechts und links) uns ein eingehendes Studium noch fehlt, und dasz über die verschiedenen Formen der Pulsionen kaum systematische Beobachtungen vorliegen. Wir werden daher auch den Symptomen, die mit Zwangsstellungen und -bewegungen einhergehen, sowie den verwandten oculomotorischen Erscheinungen in der vertikalen Ebene unsere besondere Aufmerksamkeit widmen, und sie auch in der frontalen und horizontalen Ebene nicht übersehen dürfen.

§ 2. *Anatomisches und Physiologisches.*

In Gegensatz zu der Erwartung, die man a priori hegen könnte, dasz die anatomischen Verhältnisse im Vorderhirn leichter zu übersehen seien als in andren Hirngegenden, — weil ja die Komplikationen durch zahlreiche nur vorbeiziehende Verbindungen in einer extremen Gegend wie dem Stirnhirn fehlen — sind wir noch keineswegs in befriedigender Weise hierüber unterrichtet, selbst nicht über die uns hier interessierenden Hauptfragen, wie die Verbindung zwischen Cortex und Striatum einerseits, zwischen Striatum und Thalamus und Mittelhirn anderseits beschaffen ist. Wir haben es insbesondere beim Frontalhirn des Menschen mit einem gewaltig entwickelten Hirnteil zu tun; so voluminös ist der Hirnteil, so umfangreich sind die technischen Arbeiten, welche für die Untersuchung

nur *eines* vollständigen menschlichen Stirnhirns erforderlich sind, dasz man wohl nur in den seltensten Fällen zu einer wirklich vollständigen histologischen Untersuchung dieses Teiles kommt. Damit ist eine der Ursachen dafür gegeben, dasz unsre Kenntnisse auf diesem Gebiete relativ zurückgeblieben sind.

Anderseits macht man den Autoren, die das Tiergehirn zum Untersuchungsobjekt nahmen, den Vorwurf — und nicht ohne guten Grund — dasz die einfacheren Verhältnisse beim Tier keineswegs ohne weiteres auf den Menschen übertragen werden können. Hat doch die Erfahrung gelehrt, dasz bei starker Hypertrophie gewisser Funktionen — und insbesondere gilt dies für die den posturalen Funktionen dienenden Bahnen und Zentren — neue anatomische Gebilde auftreten können. So kennen wir im Nuc. arciformis ein ausschlieszlich beim Menschen und den höheren menschähnlichen Affen festgestelltes Ganglion. Anderseits ist im allgemeinen die verschiedenartige Ausbildung der einzelnen Hirnformen im Tierreich als ein für das Studium eines Abschnitts wie des Frontalhirns günstiger Faktor zu betrachten. Denn, wie zuerst von der EDINGER'schen und dann der Wiener Schule betont wurde, nur dann gelingt es in einem Hirnteil das Wichtige von dem Nebensächlichen zu unterscheiden, wenn man beim Studium an Tierhirnen von den einfachen zu komplizierten Formen übergeht; hier das Zurücktreten gewisser Bahnen und Zentren, dort das Hypertrophieren anderer in der Tierreihe zustande kommen sieht.

Nun ist aber beim Menschen und Primaten mehr noch als bei niederen Tieren ein andrer noch wichtigerer Umstand vorhanden, der ebenfalls den Fortschritt in unseren Kenntnissen des Stirnhirns schwer beeinträchtigt hat. Das ist die gleichzeitige, wenn auch unabhängig zustande gekommene stärkere Ausbildung des Striatums. Hätte nicht in der letzten Zeit und nicht zum wenigsten infolge der postencephalitischen Erkrankungssyndrome das Geheimnis dieser umfangreichen Kernkomplexe angefangen, sich zu klären, dann wäre wohl jeder Versuch mit dem Frontalhirn ins reine zu kommen als verfrüht zu verurteilen gewesen, denn die klinische Erfahrung lehrt, dasz jede organische Erkrankung des Vorderhirns sehr bald die Funktion des vorderen Teils des Striatums beeinträchtigt und umgekehrt. Wenn man dazu noch die bis jetzt nicht gewürdigte Beobachtung berücksichtigt, dasz die Gefäszversorgung des Vorderhirns derart ist, dasz eine Zerstörung des basalen Frontalhirns notwendig gewisse Arterienbezirke des Pallidums blockieren musz (§ 1, S. 324), dann erscheint es ausgeschlossen, das Problem der Stirnhirnataxie seiner Lösung näher zu bringen ohne vorher die striären Verhältnisse beleuchtet zu haben. Was den gestreiften Körper betrifft, so haben wir 1. zweifellos in dem Organ ein Hauptzentrum für das Zustandekommen zahlreicher automatischer Bewegungen zu sehen.[1]) Nichtsdesto-

[1]) FOERSTER, VOGT, LEWY, WILSON usw. Auch L. J. J. MUSKENS: Journal of Neurol. a. Psych., VIII, 1927, S. 132.

weniger finden wir ausgedehnte Defekte des Organs ohne Störungen jener Bewegungen, was auf einen hohen Grad von Kompensationsmöglichkeit in diesem Organe hinweist, und zwar durch Funktionsübernahme innerhalb jedes Striatums für sich als auch durch Kompensation des einen Striatums durch das andere. 2. Gleichfalls haben wir im Globus pallidus zweifellos ein übergeordnetes supra-vestibuläres Organ zu sehen (und der Leser der Kap. 14 und 20, § 19 wird eine ähnliche Bedeutung dem Caudatum und Putamen kaum absprechen können) was aber nicht aus der Welt schafft, dasz sowohl der experimentelle als der klinische Weg zu der Erkennung dieser Verhältnisse nicht leicht war. 3. Dazu kommt, dasz im Striatum eine ganz besondre Affinität der einzelnen Teile zu den verschiedenen Schädigungsmomenten bestehen musz, so dasz bei einer Gefäszerkrankung, Intoxikation, Infektion, je nachdem, sehr merkwürdige, unter sich verschiedenartige, auch psychische, Erkrankungen auftreten können. Man denke an das vielförmige Bild des Parkinsonismus, bedenke, dasz eine das Pallidum überschwemmende Blutung wohl immer mit konjugierter Deviation einhergeht, von der in verschiedenen Fällen mit einer kompletten Erweichung jede Spur vermiszt wird. Wenn wir nun versuchen, kurz den jetzigen Stand unsrer Kenntnis der anatomischen Verhältnisse des frontalen Cortex einerseits, des Striatums anderseits, zu erörtern, bleibe für das Verständnis des Striatums auszer Betracht der Gewinn, der uns seitens der vergleichenden Anatomie geworden ist, dasz das Pallidum (Palaeostriatum) im Striatumkomplex als das zentrale Striatumorgan anzusehen ist; im Pallidum haben wir das Hauptassoziationszentrum zu sehen, das — nach VON MONAKOW — zusammen mit dem frontalen Cortex zur vollen Ausbildung gelangt sein soll. Dem Pallidum sind die kleineren Kerne, Nuc. basalis und Nuc. amygdalae, angegliedert, teilweise untergeordnet. Der Form seiner Zellen nach wurde das Pallidum schon vor hundert Jahren für ein effektorisches Organ gehalten, wofür auch gewisse anatomische Einzelheiten sprechen, u.a. die Existenz einer Commissur (Commissura Meynert), welche ein enges Zusammenfunktionieren beider Pallida erleichtert (RIESE), sowie die frühzeitige Markumhüllung der Pallida zugleich mit den hinteren Längsbündeln beim Embryo. Seitdem MANSCHOT, JELGERSMA, WINKLER und namentlich LEWY und RAMSAY HUNT bei der Paralysis agitans Atrophie der gröszeren Zellen des Pallidums festgestellt haben, hat sich auch unter den Klinikern die Überzeugung durchgesetzt, dasz dem Pallidum motorische Bedeutung zukommt. Auszer der von mir postulierten supra-vestibulären Funktion des Pallidums hat man diesem Organ auch sympathische Bedeutung zugeschrieben. Für die besondere Stellung des Pallidums sprechen auch die SPATZ'schen und KUHLENBECK'schen Ausführungen, nach welchen das Pallidums letzten Endes ein diencephalisches, kein striäres Gebilde ist.

Es ist hier kaum möglich auf Einzelheiten in den neueren Ansichten über die Bedeutung des Striatums einzugehen, die sich bes. auch für dessen supra-vestibuläre Bedeutung einzusetzen beginnen. Eine ausgezeichnete Übersicht über das, was die Anatomie

unter Berücksichtigung der Erkenntnisse durch die extrapyramidalen Störungen gewonnen hat, findet sich in E. POLLACKs Aufsatz in ALEXANDER und MARBURGs „Neurologie des Ohres", Bd. III, 1926. Hier finden sich auch schon Hinweise auf die Bedeutung der supra-vestibulären Systeme für die Entwicklung der Enthirnungsstarre, die später von mir anatomisch-physiologisch begründet wurde.[1]) Unter den klinischen Publikationen sei hier auf AFFANDARYs Zusammenfassung hingewiesen[2]); die für die Lokaldiagnostik des Hirnstammes so auszerordentliche Bedeutung des Striatums als tertiären vestibulären Zentrums ist diesem Autor entgangen.

Dem Pallidum oder Palaeostriatum gegenüber sind Putamen und Nuc. caudatus (d.h. Caudatum), zusammen Neostriatum genannt, histologisch und wohl auch physiologisch einander gleichzustellen, wobei die eigenen auch die Blicklähmung betreffenden Beobachtungen, sowie auch diejenigen MORGANs für eine vorherrschende supra-vestibuläre Bedeutung des Caudatums zu sprechen scheinen. Diese Gleichartigkeit erhellt auch daraus, dasz diese Gebilde bei den Wassersäugetieren (Cetaceen), wo eine Putamen und Caudatum scheidende Capsula interna nur spurweise vorhanden ist, zu einem Block verschmolzen sind. Daraus folgt, dasz die Trennung des Caudatums und Putamens durch die hindurch ziehende Capsula interna als ein nebensächlicher Faktor aufzufassen ist. So ist es zu verstehen, dasz beim Menschen der vordere Abschnitt der Capsula interna zwischen Thalamus und hinterem Teil des Nucleus lentiformis (Sammelname für Pallidum und Putamen) gelagert ist.

Ganz ventral bleiben Caudatum und Putamen verschmolzen. Beim Menschen liegt das Putamen auf frontalen Schnitten wie eine Zwiebelschale, wie KAPPERS bemerkt, dem Globus pallidus und der Capsula interna auf.

Über die cortico-thalamischen — weniger über die striato-thalamischen —Verbindungen besitzen wir die Untersuchungen der MONAKOW'schen Schule. Dasz bestimmte thalamische Kerne mit bestimmten corticalen Feldern in regelmäszigem Austausch von Reizen stehen, musz auf Grund der MONAKOW'schen und SACHS'schen Untersuchungen angenommen werden. Auch DEJERINE, O. VOGT und QUENSEL[3]) kommen durch pathologisch-anatomische Betrachtungen zu dem Resultat, dasz der Stirnhirnstabkranz Verbindung unterhalte 1. mit dem antero-lateralen Teil des lateralen Thalamuskerns und 2. mit dem ventralen Kern, in welchem nach WALLENBERGs, PROBSTs und WINKLERs Erfahrungen an Marchipräparaten die Schleife endigt; schlieszlich mit dem medialen[4]) Thalamuskern (VOGT und PROBST). Man glaubt zwischen dem inneren Teil des Thalamus (innerhalb der Lamina medullaris interna) und dem äuszeren einen Unterschied zu erkennen. Verbindungen der inneren Kerne mit dem Cortex werden von SACHS verneint, während CAJAL bei der Maus solche Verbindungen in

[1]) MUSKENS: Jnl. of Physiology, 1928, S. 303.

[2]) AFFANDARY: Appareil vestibulaire et tumeurs cérébrales Paris, 1928.

[3]) QUENSEL: Neurol. Zentr.bl., 1909, S. 1240.

[4]) Nach W. WALLER: Jnl. Comp. Neur., V. 60, 1934, S. 265, gehen die neocorticalen Verbindungen vor allem vom dorsalen Thalamus aus.

beiden Richtungen gesehen hat. Die Verbindungen der lateralen Kerne mit dem Cortex werden anerkannt, und zwar vielseitige mit frontalen zentralen und parietalen Cortexabschnitten (MINKOWSKI). Was den Nuc. posterior betrifft, so hat man sich nicht einigen können (D'HOLLANDER, RIOCH [1]), GLORIEUX, PAPEZ, GURDIAN). D'HOLLANDER schreibt dem Thalamus eine wichtige motorische Rolle zu.

In der letzten Zeit werden auch frontale Cortexverbindungen mit dem Nuc. Ruber angenommen, jedoch mehr auf Grund theoretischer Konstruktionen als auf Grund nachgewiesener Faserverbindungen.

Dagegen wird von FLECHSIG und MELLUS [2]) nachdrücklich das Vorhandensein zahlreicher Verbindungen des Stirnhirns mit ungefähr allen andren corticalen Provinzen betont, eine Annahme, die BIANCHI, RONCORONI und letzthin BECHTEREW dazu bringen im Frontalhirn einen Knotenpunkt für höhere psychische Aktivität zu sehen.[3])

Während deshalb Autoritäten wie O. VOGT, KAPPERS, JAKOB, WILSON, POLLACK [4]) die Existenz von direkten Faserverbindungen des Striatumkerns (des Globus pallidus = Palaeostriatums) mit dem Cortex cerebri verneinen, sind DEJERINE, MONAKOW, BECHTEREW und GRÜNSTEIN geneigt, solche Verbindungen anzunehmen. Ja, FLECHSIG und DE VRIES spezifizieren und beschreiben eine Verbindung mit dem Riechlappen, MINKOWSKI und KODAMA und namentlich RIESE mit dem Frontallappen; der letzte Autor betont die Feinheit der strio-fugalen Fasern und gibt seinen Ausführungen eine breite vergleichend-anatomische und pathologisch-anatomische Basis. Was die corticalen Verbindungen des Neostriatums anbelangt, so sahen MONAKOW und KODAMA nach einer frontalen corticalen Verletzung Veränderungen im vorderen Teil des Nuc. caudatus.

WILSON und KODAMA und wohl alle Beobachter stimmen darin überein, dasz zwischen dem Palaeo-striatum (dem Pallidum) und dem Neostriatum (Nuc. caudatus und Putamen) zahllose Verbindungen bestehen, ebenso wie man sich seit WERNICKE und PROBST, HORSLEY und SACHS darüber einigen konnte, dasz vielfache Verbindungen zwischen Striatum und Thalamus (u.a. des Neostriatums mit Nuc. anterior — KAPPERS — und des Palaeostriatums mit medio-ventralen Thalamuskernen — PROBST —) existieren. Man erkennt auch vielfache Verbindungen zwischen Globus pallidus und Corpus Luys an, zwischen Globus pallidus und Rotem Kern (WINKLER), zwischen Putamen und Substantia nigra-

[1]) RIOCH: Jnl. Comp. Neur., 53, 1931, S. 349.

[2]) MELLUS: Am. Jnl. Anat., 1907.

[3]) Nach SHEPHERD und BIANCHI haben Katzen und Hunde nach doppelter Präfrontaloperation die angelernten künstlichen Assoziationsreflexe verlernt, jedoch nach AFANASIEFF nur für kurze Zeit. MONAKOW und RONCORONI bekennen, nicht glauben zu können an eine Lokalisation höherer intellektueller Qualitäten, wie Gedächtnis, Spontaneität usw. in bestimmten Bezirken; wenn nur *ein* Rad in der Uhr defekt ist, wird die Zeitangabe schlecht (dies auch mit Hinsicht auf MILLS' und WEISENBURGS, VERAGUTH und VOLLANDs Ausführungen in dieser Hinsicht).

[4]) POLLACK: Ges. Neur. u. Ps., Bd. 77, 1922, S. 37.

(von VOGT und RIESE verneint). Auch sonstige Pallidum-Hirnstammverbindungen musz man annehmen (RIESE, WALLENBERG, JAKOB) auf Grund von Veränderungen in der lateralen Haubenfuszschleife bei Pallidumherden.

Man ersieht daraus, dasz die Beobachtungen sozusagen dazu zwingen das Neostriatum als ein sensitivo-correlatives d.h. ein verschiedene zentripetale Einflüsse — und zwar hauptsächlich aus dem Thalamus (F. H. LEWY) — zusammenfassendes Organ zu betrachten, etwa wie das Kleinhirn, während dagegen das Palaeostriatum oder Pallidum in Hinsicht auf seine vielfachen Verbindungen, gröszeren Ganglionzellen usw. ein sensitivo-effektorisches Organ ist. Und in der Tat würde der Globus pallidus, der den Hauptkern des Striatumkomplexes bildet, als Striatumkern consensu omnium zu einer leitenden Stellung zwischen dem Groszhirn und den niederen Zentren bestimmt sein, wenn nur auch mit dem Cortex Verbindungen existierten, was aber mehr als fraglich ist.

Viel weniger hoch als das anatomische Argument wird das physiologische Argument veranschlagt, das übrigens für die pallidocorticale Verbindung ins Feld geführt werden könnte. Wiederholt ist mir aufgefallen, dasz auch nach rein corticaler Verletzung des Frontalhirns Manegebewegung, die aber nur kurze Zeit anhält, nach der kranken Seite beobachtet wird und auch MARSALET [1]) hat dies bemerkt. Da wir seit 1914 aus Experimenten wissen, dasz eine bleibende Manegebewegung nach der kranken Seite ausschlieszlich nach erheblicher Verletzung des lateralen Teiles des Pallidums beobachtet wird, musz dieses Verhalten bei der rein corticalen Verletzung den Verdacht direkter Faserverbindungen wecken, m.a.W. die Auffassung MINKOWSKIS, ECONOMOS u.a. stützen.

Hier aber müssen wir auf die früheren Ausführungen [2]) zurückkommen (vergl. § 1, S. 324), nach welchen auf alle Fälle im Globus pallidus (möglicherweise auch im Neostriatum) Zweige der Art. cerebri anterior endigen, die sicherlich bei einer rein frontalen Cortexoperation durchschnitten ev. blockiert werden. Wo wir deshalb nach rein frontalen corticalen Eingriffen typische Striatumsymptome auftreten sehen, werden wir diese Erscheinungen in der Folge in erster Linie diesem nicht beabsichtigten, aber nicht zu vermeidenden Striatumherde zuzuschreiben haben. Mit dieser Feststellung fällt nicht nur das letzte physiologische Argument, das für eine direkte Verbindung des Cortex mit dem Pallidum sprach, sondern auch alle die anatomischen Argumente, die sich auf Striatumveränderungen nach Vorderhirnverletzungen stützen. Auf alle Fälle zwingt die Kenntnis der Existenz dieser striären Endarterien aus dem Frontalhirn zu einer gründlichen Revision der früheren Auffassung verschiedener angeblicher Befunde. Von den neueren diesbezüglichen Untersuchungen will ich nur BOYCES und

---

[1]) DELMAS-MARSALET: Contribution expérimentale a l'étude des fonctions du noyau caudé, Bordeaux 1925.

[2]) MUSKENS: Schweizer Archiv für Neurol. u. Psych., Bd. 26, 1930, S. 27.

WARRINGTONS sowie KINGS Arbeiten [1]) nennen. Diese Autoren schreiben die Fallneigung nach der gesunden Seite die Parese der gekreuzten Extremitäten zu und führen damit einen gewöhnlich in der Klinik vorkommenden Irrtum in die Physiologie ein. Übrigens wird dem Umstande keine Rechnung getragen, dasz jede tiefere Vorderhirnläsion zahlreiche nichtcorticale Gebilde verletzt. Derselbe Zweifel gilt P. BARDS Corticalgebundenheit seiner Reaktionen.[2])

Nach allen diesen Untersuchungen und Überlegungen können wir nur bestätigen, dasz sich der ganze Palaeoneostriatumkomplex eigentümlicherweise wie eine Sackgasse verhält, in welcher die Striatumhirnstammreflexe ihr blindes Ende finden. Nur der Thalamus soll durch zahlreiche doppelte Verbindungen mit dem Cortex cerebri einerseits, mit dem Striatum anderseits als das Verbindungsglied zwischen corticaler und striärer Aktivität betrachtet werden können.

Was die Thalamusverbindungen des Striatums angeht, so musz auf Grund anatomischer Befunde an niedren Tieren (KAPPERS und SACHS, mit verschiedener Technik) Verbindung des Striatums mit dem Nuc. anterior thalami angenommen werden. Aktuelle, wohl begründete Angaben hierüber beim Menschen stehen noch aus.

Am umstrittensten bleibt die Frage der Verbindungen zwischen Frontalhirn und Striatum. Bisher fehlt jeder Beweis für irgendwelche derartige Verbindungen, wenn man auch regelmäszig — unlängst wieder MINKOWSKI — für Existenz solcher Faserverbindungen eintritt.

Dasz beim Menschen die frontale Region, und zwar der mediale Cortex, direkte anatomische Verbindungen (via Pedunculus cerebri) mit den pontinen Kernen hat und mittels dieser mit dem Kleinhirn, nimmt man seit FLECHSIG, DEJERINE und BOROWIECKI allgemein an. Wenn man aber die ursprünglichen BOROWIECKI'schen Untersuchungen genau darauf nachsieht, dann musz man die Zurückhaltung dieses Autors loben, der selbst vor vorzeitigen Annahmen in diesem Sinne warnt. Auch ist es nicht ausgeschlossen, dasz die MONAKOW'sche Schule die Beweiskraft der alten GUDDEN'sche Methode überschätzt; nach andren solchen Angaben (RÜTISHAUSER [3]) und LEGROS CLARK) nimmt man eine Verbindung des frontalen Cortex mit mehreren thalamischen Kernen (ant. a, ant. b und c, med. a, med. c) an. Diese Angaben sind später von andren Autoren noch nicht bestätigt worden.

Das Studium einer ev. fronto-pontinen Bahn beim Menschen ist deshalb so schwer, weil sie bei den für das Experiment zu benützenden Tieren sicher recht wenig entwickelt zu sein scheint. Auf alle Fälle gehen m.A.n. diejenigen Autoren viel zu weit, welche die vieldeutige Vorderhirnataxie auf die Unterbrechung dieser immer noch hypothetischen Bahn [4]) zurück-

---

[1]) KING: Am. Jnl. of Physiol., V, 78, 1926, S. 319.

[2]) P. BARD: Proc. Assoc. f. Res. in nerv. a. ment. Dis., XIII, 1932.

[3]) RÜTISHAUSER: Monatschr. f. Psych., 5, 1899.

[4]) Man vergleiche mit den positiven Versicherungen der späteren Forscher, die auf Grund der BOROWIECKI'schen Untersuchungen die Existenz einer frontalen Brückenbahn

führen, welche zu so vielfachen Spekulationen Anlasz gab wie wohl keine andre. Während ANTON und ZINGERLE im Frontalhirn ein cerebelläres Zentrum vermuteten, glaubten GERSTMANN und MONRAD KROHN, das Stirnhirn reguliere das gekreuzte Cerebellum. POLIMANTI glaubt, Manegebewegung nach Frontalhirnwegnahme komme durch Wegfall der praefrontalen Hemmung zustande, mittels des fronto-cerebellären Bündels, von dem er selbst gesteht, dasz er seine Existenz nicht nachweisen kann!

Noch ein wichtiger Punkt für das Verständnis der Stirnhirnataxie ist folgender. Dasz die Rinde der zentralen und präzentralen Hirnwindungen in allen ihren Teilen mittels Pyramidenfasern mit dem Rückenmark in Verbindung steht, wird allgemein angenommen. Hierbei ist es wohlbekannt, dasz keineswegs alle Fasern der Pyramidenseitenstränge in den Vorderhörnern endigen, weshalb man geneigt ist die Verbindung durch ein eingeschaltetes Neuron anzunehmen. Was die Endigung von Pyramidensern in den Hirnnervenkernen angeht, so wissen wir durch HOCHE [1]), dasz solche Pyramidenfasern in dem motorischen Trigeminuskern sowie im Facialis-, Accessorius- und Hypoglossuskern endigen. Demgegenüber haben weder DEJERINE noch spätere Forscher solche Endigungen in den III-, IV- und VI-Kernen feststellen können. Schon früher habe ich mit Rücksicht auf diese Befunde und auf die grosze Bedeutung des Striatums für alle automatisch erfolgenden Funktionen [2]) darauf hingewiesen [3]), dasz die Rolle des Striatums für die Augenbewegungen weit unterschätzt wird und hier, wo die Bedeutung des Corpus striatum für die Stirnhirnataxie erörtert wird, möchte ich wieder auf seine Bedeutung für andre, nl. automatische motorische Funktionen wie das Kaugeschäft, die Schlingbewegungen usw. hinweisen.

Weiter hat die neuere Zeit (WALLENBERG) uns über die Existenz eines basalen Riechbündels belehrt, dasz wohl — in Hinsicht auf seine mächtige Ausbildung — eine gröszere Rolle spielen dürfte als allgemein angenommen wird. Denn es läszt sich durch Untersuchung an niederen Vertebraten feststellen, dasz dieses Bündel, von HERRICK mediales Vorderhirnbündel genannt, eine der ältesten langen Bahnen darstellt.

Die Ansichten über den Verlauf der sicher verschiedenen Ausläufer der Bahn im Mittelhirn und Nachhirn haben sich aber noch nicht geklärt (DABROWSKI); sicher ist, dasz sie bei Vögeln bei entsprechender Versuchsanordnung bis in das verlängerte Mark entartet. Bei der Katze konnte PROBST [4]) die feinen Fasern, die dorsal dem Pedunculuskern angelagert sind, im medialsten Teil der Capsula interna bis ins Rückenmark verfolgen. Nach BECCARI [5]) und ELLIOT SMITH [6]) entspringt es in der Regio parolfactoria

---

für bewiesen ansehen — und damit die Frontalhirnataxie erklärt haben wollen —, das BIELSCHOWSKI'sche vorsichtig gehaltene Referat (Neur. Zentr.bl., 1911, S. 599).

1) HOCHE: Arch. f. Psych., XXX, S. 117.

2) L. J. J. MUSKENS: Jnl. of Neur. and Psychopathology, VIII, 1927, S. 132.

3) L. J. J. MUSKENS: Rassegna interna de clinica neuropatologica, 1928, IX, S. 648.

4) PROBST: Arch. f. An. u. Physiol., 1903.

5) BECCARI: Archivo Italiani de anat. e. Emb., IX, 1910.

6) ELLIOT SMITH: Anat. Anz., 34, 1909, S. 200.

einem Gebiet, das auch den Nuc. Accumbens septi umfassen sollte (M. HINES, 1929) und führt auf- und absteigende Fasern. Das Ursprungsgebiet hängt sicher mit dem Striatum zusammen (KAPPERS und DE VRIES), soll am stärksten bei Tieren mit starker Entwicklung des Palaeo-encephalons und zwar bei Grabtieren entwickelt sein; EDINGER hat auf Grund der Existenz dieses noch wenig bekannten Systems den Begriff „Oralsinn" eingeführt, bes. bei Tieren mit starker Ausbildung der Riechorgane. Beim Menschen ist das wichtige Bündel noch nicht einwandsfrei isoliert worden. Bei den Tieren, bes. den Kaninchen, besteht das Bündel aus dicken Fasern und liegt mit seiner Basis direkt auf der lateralen Ecke des Chiasma.

WALLENBERG erkennt in der Höhe der Decussatio hypothalamica 3 Abschnitte: 1. einen kreuzenden Teil, dorsal von der Fornixkreuzung, zum Höhlengrau des Aquaeducts; 2. einen innersten Teil, der MEYNERTs Bündel umgibt; 3. einen lateralen Hauptteil dorsal dem medialen Rand der Substantia nigra der Brücke und des hinteren Längsbündels angelagert. Bei einer Katze sah ich feine Fasern auch in die Bindearme verlaufen.

Während nach WALLENBERG das basale Riechbündel die verschiedensten Verbindungen unterhält, besonders auch zu den III-Kernen (TELLO [1])), wird das von DABROWKI [2]) und TSAI [3]) verneint. HERRICK spricht immer von Fasc. medianus telencephali. Weiter sollen Verbindungen bestehen mit den Corpora mamillaria (GREVING) und mit der Substantia reticularis (beim Igel, BISSCHOFF [4])). EDINGER und WALLENBERG [5]) vermuten Verbindung mit dem Tr. peduncularis transversus.

Über die Bedeutung des Bündels ist nichts Genaues bekannt. KNOBLAUCH, RÖDER und BIEHL fanden Atrophie der Geschlechtsorgane bei früher Wegnahme der Regio olfactoria. Mir ist bei zwei Katzen, bei welchen dieses Bündel entartet war, aufgefallen, dasz die Tiere sich ausschlieszlich in emprosthotonischer Haltung kriechend fortbewegten; mit einer solchen, etwa statischen Funktion stände die Erfahrung in Übereinstimmung, dasz bei basaler Meningitis — wo das oberflächlich der Hirnbasis angelagerte Bündel sicherlich durch die angesammelte Eitermasse gereizt werden kann — Nackensteifigkeit und opisthotonische Haltung pathognomonisch sind.

Die vergleichend-anatomische Forschung (KAPPERS) hat den Kernen immer mehr Bedeutung zugeschrieben, die unter den Namen Nuc. accumbens septi und Nuc. amygdalae bei Reptilien und niedren Säugern studiert worden sind und auch beim Menschen vorgefunden werden. Ihre Verbindungen sind noch nicht erforscht worden, doch ist eine Riechbedeutung wahrscheinlich. JOHNSTON [6]) führt wichtige Gründe an, nach welchen diese Gebilden ein Korrelationszentrum für Geschmacks- und Riechempfindungen sind. Sicher ist, dasz sie genetisch auf eine Stufe mit dem Palaeostriatum zu stellen sind.

In der Kenntnis der neostriato-pontinen und -bulbären Bahnen hat uns das Studium der Markumhüllung beim Foetus recht wenig weitergebracht.

---

1) TELLO: Trabayos del Lab. biol. de Madrid, 21, 1923
2) DABROWSKI: Anat. Anz., Bd. 40, 1911.
3) TSAI: Journ. comp. neur., V. 39, 1925, S. 224.
4) BISSCHOFF: Anat. Anz., XVIII, S. 348.
5) EDINGER und WALLENBERG: Anat. Anz., 15, 1899.
6) JOHNSTON: Jnl. Comp. Neurol., V, 35, 1922, S. 369.

Dagegen besitzen wir glücklicherweise aus allerletzter Zeit eine Osmium-Studie von der Hand MORGANs über experimentelle Verletzung des Striatums.

Zusammenfassung des Abschnitts über die anatomisch-physiologischen Grundlagen der Stirnhirnataxie.

Weder anatomische noch physiologische einwandfreie Versuchsergebnisse zwingen zur Annahme supra-vestibulärer Funktionen der Stirnhirnrinde. Bei kritischer Prüfung des vorliegenden Materials ergeben sich also keine sichern Anhaltspunkte für eine echte Stirnhirnataxie; die als solche bisher angesehenen Erscheinungen müssen vorläufig als Striatumsymptome gedeutet werden.

Da aber die Erfahrung lehrt, dasz im Experiment jede Verletzung des Stirnhirns auch die Gefäszversorgung des Striatums beeinträchtigt, begegnet die gesonderte Untersuchung beider Gebilde erheblichen Schwierigkeiten. Wenn man sich auf den Boden der modernen Erfahrung stellt, dasz das Striatum zweierlei Funktionen hat:

1. ein Zentrum zahlreicher automatischer Bewegungen ist und
2. ein supra-vestibuläres Zentrum für die verschiedenen Zwangsbewegungen, — dann bemerkte der Experimentator in seinen Versuchen nur die Störung der letzten Funktion, während der Kliniker fast nur den automatischen Bewegungen seine Aufmerksamkeit schenkte.

In der langen Geschichte der experimentellen Striatumuntersuchung blieb die richtige Analyse der Erscheinungen immer ein frommer Wunsch: 1. Weil man nicht prinzipiell die Manegebewegung und die Rollbewegung auseinander hielt; beide sind an verschiedene Teile des *Pallidums* gebunden (die Manege an den lateralen, die Rollbewegung an den vorderen Abschnitt). 2. Weil man nicht erkannte, dasz auch die Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene nach vorn und hinten jede für sich, und oft gemischt, gewisse besondere ataktische Erscheinungen auslösen, u.a. Fallen nach vorn und hinten, Propulsion, Retropulsion.

§ 3. Klinische Anschauungen über Stirnhirnataxie.

Zweifellos gebührt BRUNS und OPPENHEIM der Verdienst, zuerst mit groszem Nachdruck auf das regelmäszige Vorkommen von ataktischen Erscheinungen bei Vorderhirntumoren hingewiesen zu haben. Bereits in seiner ursprüngliche Publikation gibt BRUNS eine Übersicht über die verschiedenen Arten der Störungen, die man dabei beobachtet: Unsicherheit der Körperhaltung, Schwanken und Taumeln wie beim Alkoholrausch. Nicht nur bei Tumoren, sondern auch bei einer apfelgroszen subduralen Blutung der linken Frontalgegend sah er Fallneigung nach hinten. OPPENHEIM bemerkte diese Erscheinungen, die er Ataxie nennt, neunmahl unter 11 Stirnhirntumoren; kein einziges Mal bei Tumoren der Zentralwin-

dungen. Diese Autoren erinnern daran, dasz MEYNERT und MUNK den Umfang des Frontalhirns mit dem aufrechten Gang des Menschen in Zusammenhang gebracht hatten. Man sprach in dieser Zeit immer von cerebellärer Ataxie, denn die Physiologen hatten noch nicht ihren wohlbegründeten Zweifel gegen die Verbindung des Begriffes „Ataxie" mit dem Cerebellum zu erkennen gegeben. Also es hiesz: auf keinen Fall ist die cerebelläre Ataxie allein vom Cerebellum abhängig.

Man kann sagen, dasz die frontale Ataxie im letzten Jahrzehnt des vorigen und im ersten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts dauernd im Zentrum des neurologischen Interesses gestanden hat. In allen Literaturen wurden die Tatsachen bestätigt und verschiedene Theorien diskutiert.

Unter diesen Theorien hat sich lange BRUNS' spätere Auffassung erhalten, dasz der intracranielle Druck auf das Cerebellum den Erscheinungen zugrunde läge. Obwohl schon früh dagegen geltend gemacht wurde, dasz doch immer das Tentorium cerebelli da sei um die Fortleitung des Druckes vom Vorderhirn aufzufangen, hat diese Lehre vielen zugesagt, bis GERSTMANN und BLOHMKE bewiesen, dasz keine Druckerhöhung verursachende Affektionen im Vorderhirn ebenfalls zu denselben ataktischen Erscheinungen Anlasz gaben.[1]) Inzwischen hatten MAAS und VOGT [2]), HARTMANN [3]) und PURDON MARTIN [4]) die Aufmerksamkeit auf das bei Vorderhirntumoren so häufige Symptom des Rückwärtsgehens gelenkt, und das Fallen nach hinten als ein Symptom der „Gangapraxie" aufgefaszt. GERSTMANN, VON BOGAERT und MARTIN [5]) finden selbst, dasz man statt von Frontalataxie besser von Gangapraxie sprechen solle. Auch die alte Idee HORSLEYS [6]), dasz sekundäre vestibuläre Bahnen in dem temporo-frontalen Cortex endigen sollten, wurde von RUCKERT [7]) wieder herangezogen, und nachher von SPIEGEL im Berner Kongresz 1931 auf Grund interessanter Experimente (Strychninisation des Katzencortex in der Absicht ev. Ataxie zu verstärken) befürwortet; Experimente, die jedoch wohl mehrere andre Interpretationen zulieszen. Während weiter vornüber gebückte Haltung des Rumpfes (BIELSCHOWSKY [8])), Nackensteifigkeit (OPPENHEIM), Ataxie (BOSTROEM [9])), Taumeln wie im Alkoholrausch, auch Verlust des Orientierungssinns (MARIE, BOUTTIER, V. BOGAERT [10]), Vorbeizeigen (BARANY, GOLDSTEIN) in vielen Fällen nachgewiesen wurde (letzteres Symptom wurde von andren, SZASZ und PODMANICKY, verneint); während alle diese Syndrome nacheinander oder zu-

---

1) GERSTMANN: Gesamte Neurologie und Ps., 1923, Mitt. 7, 85.
2) MAAS und VOGT: Neurolog. Zentralblatt, 1911, S. 1400.
3) HARTMANN: Monatschr. f. Psych., 1907, Bd. 21.
4) PURDON MARTIN: Brit. Med. Jnl., 1928, I, S. 1098.
5) V. BOGAERT und MARTIN: Encéphale, 1929, S. 11.
6) HORSLEY: Boyle-Lecture, 1906.
7) RUCKERT: Berlin Klin. Woch.schr. 1909, II, S. 1249.
8) BIELSCHOWSKY: Nervenheilk., XXII, 1902, S. 54.
9) BOSTROEM: Nervenheilk., 70, 1920.
10) MARIE, BOUTTIER, V. BOGAERT: Rev. Neur., 1924, II, S. 209.

sammen bei Stirnhirnaffektionen beobachtet wurden, hat man sie zum Teil als cerebelläre Ataxie, zum Teil als abhängig von der schon von MEYNERT vermuteten Bedeutung des Stirnhirns für das Aufrechtgehen aufgefaszt. Druck auf Pons (DURET) und Türcksches Bündel (SCHWAB[1]) und Cerebellum, und dadurch Asynergie, Dysmetrie und Adiadochokinese nach BABINSKI, wurde von einzelnen als Ursache angesehen, ein mystischer Einflusz des Vorderhirns auf die Reizbarkeit des Labyrinths von andern. Ja, das Hintenüberfallen wurde selbst als Folge der Schwäche der Bauchmuskeln aufgefaszt (FRAGNITO[2]), und PANDY[3]) bringt das Symptom in Verbindung mit SARBOs Hypokinesis, leugnet die ataktische Natur des Symptoms und will darin eine Folge der Bradykinese, der Bewegungsverlangsamung, sehen.

BERGER[4]) meinte näher lokalisieren zu können; bei praefrontaler Läsion zeigte sich: Fallen nach der gesunden Seite (was vollständig in Übereinstimmung mit meinen anatomisch-physiologischen Ergebnissen steht); nähere sich aber ein Tumor der Mittellinie, dann trete Hintenüberfallen auf. Während STENVERS mechanische Einflüsse mittels Liquorstrombeeinträchtigung (was natürlich ausschlieszlich für Tumoren Gültigkeit hat) anschuldigt, übersieht REICH[5]) die nachgewiesene Existenz der tertiären vestibulären Hirnbahnen und verweist auf die induzierten Dystonien GOLDSTEINS, RIESE[6]) findet, gegen SCHILDER und WEISZ[7]), dasz das cerebelläre Vorbeizeigen bei Stirnhirn-Tumoren eher auf die Dauer kompensiert wird als das vom Kleinhirn abhängige. Während BRUNS noch einmal 1908 auf das Thema zurückkommt, und, implicite das Unzureichende seiner beiden früheren Theorien eingestehend, erkennt, dasz noch gar keine anatomische Grundlage für die Stirnhirn-Ataxie entdeckt worden ist, behandelten auf dem Berner Kongress 1931 BRUN, GERSTMANN und TANFARY dasselbe Thema wieder, teilweise mit den alten Argumenten. Ohne tiefer auf die sehr berechtigte anatomische Kritik an der Vorderhirn-Brückenbahn einzugehen, will man wieder ohne Bedenken auf die Verletzung dieser theoretischen Bahn die Symptome beziehen. BRUN unterscheidet eine initiale einseitige und eine terminale doppelseitige Gangataxie, während GERSTMANN die Aufmerksamkeit auf die Neigung zum Rückwärtsgehen lenkt. Dagegen hat L'HERMITTE[8]), sich stützend auf HOTTA und LANGWORTHY, die CLAUDE'sche Auffassung, dasz immer cerebelläre Einflüsse im Spiele seien, verlassen, obwohl er zugibt, dasz 31 % der Frontaltumoren das ROMBERG'sche Symptom zeigen (POUSSEPP, WICKELBAUER, SIEGELROTH).

[1]) SCHWAB: Verhandl. Deutscher Nervenärzte, Innsbrück 1924.
[2]) FRAGNITO: Rev. Ital. de Neurop., VIII, 1915, Policlinico: 1914, S. 247.
[3]) K. PANDY: Monatschr. f. Psych., Bd. 55, 1924, S. 105.
[4]) BERGER: Arch. f. Psych., 69, 1923, S. 1.
[5]) REICH: Nervenheilk., 114, 1930, S. 26.
[6]) RIESE: Gesamte Neur. u. Ps., Bd. 76, S. 368.
[7]) WEISZ: Nervenheilk., 113, 1930.
[8]) L'HERMITTE: Encéphale, 1929, S. 29.

Zahlreich waren die Versuche klinischer Beobachter, durch Analyse der Symptome deren Verständnis zu fördern. So haben GOLDSTEIN und WEISZ [1]) die Stirnhirnsymptome zerlegt in: koordinatorische, apraktische, psychische Störungen, während man annahm, dasz die Fallneigung nach der gesunden Seite (vergl. SS. 10, 218, 225 dieses Werkes) durch Übererregbarkeit des gekreuzten Labyrinths hervorgerufen werde. Interessant im Lichte unsrer Ausführungen ist WEISZ' Bemerkung, die Bedeutung des Frontalhirns liege in der Regulierung des Cerebellums, soweit dieses Organ die Bewegungsrichtung des Körpers beeinflusse. Dagegen analysierte HENNING [2]) bei Läsionen des Stirnhirns: Akinese, Antriebsschwäche, Seelenlähmung.

Sein Fall Nr. 2 ist m.A.n. ein Beispiel, wie launisch sich striäre supra-vestibuläre Einflüsse kombinieren können. Der Kranke mit rechtsseitigem Frontaltumor zeigte stark nach rechts geneigten Oberkörper, hatte aber Tendenz nach links abzuweichen und nach links zu fallen.

Namentlich die Kriegsverletzungen des Stirnhirns (TRENDLENBURG, ALBRECHT, REICHMANN, MANN) zwingen L'HERMITTE und seine Schule die Ataxie als Reizungs- und Ausfallssymptom (HERMANN, CL. VINCENT) zu würdigen. Neben der groben Ataxie soll man auch feinere Störungen der Orientierung (MARIE, BOUTIER, V. BOGAERT, BÉHAGUE) unterscheiden können. BIANCHI, KLEIST, SCHUSTER, BOSTROEM, WELBERG, HUNT, LEWINGTON haben ihrerseits das Entstehungsgebiet der Ataxie erweitert, wenn sie Beweise anführten, dasz die sogenannte frontale Ataxie nicht ausschlieszlich an eine frontale Lokalisation eines Herdes gebunden sei. Auch das stark striatal anmutende Symptom des Zwangsgreifens (JANISCHEWSKY, SCHUSTER, GOLDSTEIN, PINEAS, WALSHE, ADIE, MACDONALD, CRITCHLEY) wäre zum Symptomenkomplex hinzuzufügen, sogar auch PÖTZL und KLEINs paradoxe Quadricepskontraktion. Die meisten Kliniker werden L'HERMITTE in seiner Ausdehnung des Begriffs der frontalen Ataxie nicht folgen, weil er auf diese Weise uferlos werden musz, und auch die neuesten Arbeiten (bes. SUBIRANA [3]), der das Gehen mit kleinen Schritten als „vestibulo-spinales Syndrom" ansieht), illustrieren die Gefahr, das Gebiet der frontalen Ataxie ins Unendliche auszudehnen. Wenn es auch wohl eine richtige Beobachtung ist, dasz ein Verhältnis besteht zwischen der geringen Parese und dem „Piétinement inutile" der Beine (V. BOGAERT und MARTIN), und Kranke mit Pseudobulbärparalyse und Pseudosclerose, ebenso wie Kranke mit Stirnhirn-Tumoren das Symptom zeigen können, und wenn es auch ebenso wichtig ist, dasz die Natur dieses Symptoms wohl meistens auf supravestibulären Störungen beruht, so kann man dem Autor doch gar nicht beipflichten, wenn er hier von einem „ves-

---

1) WEISZ: Nervenheilk., Bd. 113, 1930.
2) HENNING: Monatschr. f. Ps., Bd. 69, 1925, S. 216.
3) SUBIRANA: Encéphale 1931, S. 615.

tibulo-spinalen" Syndrom spricht. Erstens ist der Gebrauch der Bezeichnung „vestibulo-spinal" abzulehnen, weil die Untersuchung nach der physiologischen Bedeutung des anatomisch sehr genau umschriebenen Gebildes: Tr. vestibulo-spinalis noch im vollen Gange ist; hier könnte bei vorzeitiger Festlegung nur Verwirrung die Folge sein. Zweitens liegt es nahe, den Gang mit kleinen Schritten (S. 131), wie wir ihn auch während der Propulsion der Parkinsonisten sehen, in Zusammenhang zu bringen mit der eigentümlichen Form der Muskelversteifung, die wir bei Erkrankung der striären Gebilde beobachten, aber zugleich auch mit der besonderen Form der Ataxie, welche gefunden wird, wenn die Funktion der Haubenbahnen irgendwo zwischen Neostriatum und unterer Olive beeinträchtigt ist, und schlieszlich namentlich auch mit der besprochenen Neigung zur Zwangsbewegung in der vertikalen Ebene, insbesondere mit der Neigung nach vorn zu fallen.

Wir haben bereits darauf hingewiesen, auf welche Abwege die rein klinische Analyse die Nachfolger CHARCOTS führen muszte, der ja meinte, die Klinik brauche kaum das Experiment für ihre klinischen Probleme. Wir können deshalb da kaum mehr Erfolg erwarten, wo die klinischen Beobachter in den Vereinigten Staaten, England, Österreich, Belgien usw. sich in verschiedener Weise mit dem Problem abfinden wollten. Wenn COLLIER seinerzeit die Vermutung äuszerte, die Ataxie bei supratentoriellen Tumoren sei abhängig von dem erhöhten intra-craniellen Druck, wobei er auf das Entstehen eines „Pressure cone" (Einsinken eines Kleinhirn-Abschnitts in das Foramen magnum) hinwies, so musz doch einerseits darauf hingewiesen worden, dasz der Ataxie nur als Frühsymptom lokalisatorische Bedeutung beigemessen werden kann [1]), andererseits hat GRANT bei seiner Untersuchung des CUSHING'schen Materials mehrere Fälle aufgewiesen, bei welchen die supra-tentorielle Ataxie im Krankheitsbild sehr hervortrat und doch der „Pressure cone" fehlte.

Wenn bei T. IKUTAROS [2]) Stirnhirntumoren 4 mal Kleinhirntumoren diagnostiziert wurden, und der Autor schlieszt, Ataxie und ROMBERG-Symptom seien durch Hydrocephalus bedingt, und die abnormen Zeigeversuche müszten der Einwirkung der Stauung auf das Labyrinth zugeschrieben werden, so sei auf meine früheren Ausführungen, inwieweit man von einer Neuritis olfactoria und vestibulo-acustica unter dem Einflusz von Hirndruckerhöhung sprechen kann, hingewiesen [3]). Sowohl auf Grund klinischer als auch anatomisch-physiologischer Erfahrungen müssen jedenfalls diese Schlüsse zurückgewiesen werden. Wie leicht man in der Klinik selbst die eindeutigsten Beziehungen übersieht, hat übrigens GERSTMANN in seinen Kriegsbeobachtungen gezeigt (vergl. S. 333), und aus PODMANICKIS Beobachtung [4]), nach welcher sich in 66 % der supra-tentoriellen

[1]) Vergl. meine Bemerkungen, Epilepsia, I, 1908, S. 224.

[2]) TAGAKI IKUTARO: Arb. Neur. Inst., Wien, 29, 1927, S. 312.

[3]) L. J. J. MUSKENS: Ned. Tijdschr. v. Geneesk. 1901, S. 1007.

[4]) PODMANICKI: Nervenheilk., Bd. 57.

Hirnverletzungen vestibuläre Symptome zeigten, folgt, dasz keineswegs allein praefrontale Herde die ataktischen Erscheinungen hervorbringen,

Vielfach ist in der amerikanischen Literatur die Frage der Stirnhirnataxie ventiliert worden. Mehr noch als in Europa könnte man drüben in klinischen Kreisen den engen Kontakt mit der Anatomie und Physiologie verlieren, weil die früheste und spätere anatomisch-physiologische Literatur in älteren medizinischen Zeitschriften zu finden ist, welche wohl den Autoren in den Vereinigten Staaten schwieriger zugänglich sind als den europäischen Neurologen. Wenn GORDONS [1]) erster Fall mit krankhafter Veränderung des R. Globus pallidus Rollstellung nach L. („chin elevated and turned to the r.") und sein zweiter Fall mit Schädigung des l. Globus pallidus Manegebewegung ebenfalls nach l. zeigt, stimmt dies alles vollkommen mit den von mir 1914 festgelegten Richtlinien überein. Interessant ist in dieser Hinsicht auch die von CLARENCE HARE [2]) gegebene Analyse der frontalen Ataxie. Er erkennt diese Ataxie an: „Drifting of one or both arms", Dysmetrie, Ataxie der Arme und Vorbeizeigen; Ataxie der Beine und „Staggering" der Beine; Adiadokokinesis, Asynergie der Beckenmuskeln; Hypotonie; Nystagmus oder nystagmiforme Zuckungen.

Man wird bemerken, dasz in dieser Analyse die von mir betonten theoretisch und praktisch gleich wichtigen Symptome: Fallneigung nach vorne, hinten, nach der Seite, sowie die Manegebewegung keine Erwähnung finden. Mit PURVES STEWART ist HARE geneigt einen diagonalen Einflusz des r. Frontalhirns auf das l. Kleinhirn anzunehmen [3]), er nimmt aber auch eine Unterbrechung der fronto-ponto-cerebellären Bahn an, wobei er an der Hand verschiedener amerikanischer anatomischer Handbücher es dahingestellt sein läszt, ob diese — m.A.n. nicht existierende, wenigstens nicht nachgewiesene — Bahn gekreuzt ist oder nicht. Die Tatsache, dasz unter den supra-tentoriellen Tumoren die median gelegenen weit mehr Ataxie erzeugen als die mehr lateralen, ist nach beiden Anschauungen ganz gut zu verstehen, ob man nun einer fronto-ponto-cerebellären Bahn oder aber, in meinem Sinne, den neostriato-olivären Haubenbündeln die Hauptrolle zuschreiben will.

Am wichtigsten für die definitive Klärung der Verhältnisse sind Fälle wie der PACHANTONI'sche [4]), dem mehrere exakte Photogramme oder Photographien von Durchschnitten des Hirns beigegeben sind. Wenn man dann aus dem klinischen Verlauf des langsam wachsenden Frontalhirntumors erst in den späteren Stadien auf Grund von Druckveränderungen des Striatums (Erblassung, Gefäszveränderungen, Atrophie) die Abasie

---

[1]) GORDON: Am. Jnl. of Nervous and Mental Disease, 1916, S. 262.

[2]) CL. HARE: Bulletin Neurol. Institute, New-York 1931, S. 534.

[3]) Nach KROLL (Die neurologischen Syndrome, Berlin 1919. Mir nicht zugänglich) will sich die frontale Ataxie an den gekreuzten, die cerebelläre Ataxie in den gleichseitigen Extremitäten finden.

[4]) PACHANTONI: Jnl. of Psychology, Bd. XIV, 1910, S. 221.

und Ataxie entstehen sieht, wie in diesem Fall, bei welchem man mit der Lupe auch sekundäre Atrophie des hinteren Längsbündels feststellen kann, dann wird man erkennen müssen, dasz die Stirnhirnrinde an sich wohl sehr wenig mit der hier beobachteten Ataxie zu schaffen hat.

Auch die Balkentumoren [1]) (und namentlich SCHUPFERs Symptom der Nackensteifigkeit) sind von diesem Gesichtspunkte aus genau zu untersuchen. Sie kommen wohl kaum je ohne Beteiligung des Neostriatums und der zentralen grauen Substanz (S. 371) vor. Bei ZINGERLEs Pat. (Fallen nach hinten) ist wohl eine solche Komplikation vorhanden.

HÖNIGERs Fall [2]) von Frontaltumor ist deshalb von Interesse, weil der Kranke, nachdem er vom Sessel aufgestanden war, noch ein Paar Schritte nach vorn machen muszte und immer mit nach vorn gebeugtem Rumpfe stand. Nach den obigen Auseinandersetzungen werden wir nicht mit dem Autor auf „Rumpfmuskelschwäche", sondern eher auf neostriäre Ataxie schlieszen, um so mehr, weil der vordere Teil des Striatums im Tumor aufgegangen war. Dasselbe findet man bei BIELSCHOWSKYs drittem Fall [3]), der bei einer gleichartigen Lokalisation des frontalen Tumors nicht nur den Kopf vornübergebeugt hielt, so dasz das Kinn auf der Brust ruhte, sondern auch, ganz in Übereinstimmung mit meinen Voraussetzungen (BRAIN 1914), nach der gesunden Seite fiel und horizontalen Nystagmus zeigte. Im letzten Fall war wohl auch der Globus pallidus in den krankhaften Prozesz einbezogen worden, und BIELSCHOWSKY fand die „Frontale Brückenbahn" normal.

§ 4. Die von den Physiologen beobachtete Ataxie nach Verletzungen des Vorderhirns.

Nachdem MUNK zu der (irrigen) Ansicht gekommen war, dasz die Rückenmuskeln im Vorderhirn ein Zentrum hätten, (dieses auf Grund der nach der Seite der Exstirpation konkaven Krümmung des Rückens, und auf Grund der bei Affen nach dieser Operation beobachteten Gleichgewichtsstörungen) und damit bei POLIMANTI [4]) Zustimmung gefunden hatte, hat ROTHMANN [5]) die richtige Bemerkung gemacht, dasz dazu nicht stimme, dasz man durch faradische Reizung des Vorderhirns niemals Rückenbewegungen auslösen könne. WERNICKE meinte mit klinischen Beobachtungen die MUNKsche Meinung (dasz Nacken- und Rumpfmuskeln im Frontalen Hirn besonders lokalisiert seien), stützen zu können. BIANCHI wies jedoch darauf hin, dasz relativ so wenig Projektionsfasern aus dem Frontalhirn kommen und fast gar keine bis ins Rückenmark absteigen; was von ROTHMANN bestätigt wurde. Der letztere zog daraus den Schlusz, die

---

[1]) ZINGERLE: Jahrb. f. Psych., 1900, S. 377 und MINGAZZINI: Monatschr. f. Psych., Bd. 19, 1906, S. 443.

[2]) HONIGER: Münch. Med. Wochenschr., 1901, S. 741.

[3]) BIELSCHOWSKY: Nervenheilk., Bd. 22, 1902, S. 54.

[4]) POLIMANTI: Arch. f. Physiologie, 1908, Supp. S. 90.

[5]) ROTHMANN: Neur. Zentralbl., 1896, Nr. 24, S. 1100.

Bahn für die Rückenmuskeln werde in der Oblongata unterbrochen. Dasz man jene besonderen Abweichungen (Manegebewegung und konjugierte Deviation von Kopf und Augen) auf grobe Muskelstörungen zurückführte, konnte Beobachter wie von MONAKOW keineswegs befriedigen, weil er zwar die Verkrümmung des Rumpfes ev. Katzenbuckel (eine Stellung, welche an eine Zwangshaltung in der vertikalen Ebene, und zwar nach unten, erinnert), aber auch Störungen in der Erhaltung des Gleichgewichts bemerkte [1]), die er auf die „Diaschisis" bezog. Er betonte dabei, dasz das Frontalhirn 30 % des Hirngewichtes des Menschen ausmache.

Weil in derselben Zeit HITZIG nach BURDACHs Vorgang im nur beim Menschen gewaltig entwickelten Frontalhirn den Sitz des abstrakten Denkens (BROCA), der höheren psychischen Qualitäten, oder (FLECHSIG) das höchste Assoziationszentrum annahm, war damit der auch jetzt noch nicht beigelegte Streit entbrannt, ob das Vorderhirn vor allem psychischen oder aber namentlich somatischen Funktionen vorstehe. Dasz ohne eine richtige Vorstellung der zahlreichen anatomischen Gebilde, welche man unter dem Namen Stirnhirn zusammenzufassen pflegt, eine Diskussion über die oben aufgeworfenen Fragen unmöglich ist, ist selbstverständlich. Namentlich die Physiologen — unlängst noch KING (Am . Jnl. of Physiology, V. 80, 1927, S. 319) — haben gar zu wenig den vielfachen Kern- und Faserkomplexen, die hier in Betracht kommen, Rechnung getragen, sich zu wenig überlegt, dasz man überhaupt keine Vorderhirnrinde verletzen kann ohne Vascularisationsänderungen in den striären Gebilden hervorzurufen (vergl. Kap 22, S. 323) und anderseits übersehen, dasz die anatomisch-physiologische Forschung im Striatum superponierte vestibuläre Zentra festgestellt hat.

Verschiedenartige an sich wohl richtige Beobachtungen brachten die Diskussion in Verwirrung. Auf der einen Seite erklärte MUNK, dasz „je mehr man von der Körperfühlssphäre wegnehme, desto länger anhaltende Manegebewegungen aufträten", anderseits POLIMANTI, „dasz „je mehr man auszerhalb des eigentlichen Frontalhirns wegschneide, um so lebhafter Manegebewegungen vollführt würden". POLIMANTI führte dieses Resultat darauf zurück, dasz den oberflächlichen Frontalhirnteilen ein starkes Vermögen zur Kompensation eigen wäre.[2]) Wie man sich erinnern wird, haben meine eigenen Untersuchungen 1914 nachgewiesen, dasz nur dann nach einer Vorderhirnverletzung Monate dauernde Manegebewegung in die Erscheinung tritt, wenn der Globus pallidus getroffen wird. Sonst nimmt man, auch wenn gröszere Teile des Neostriatums mit entfernt sind, nur kurz dauernde Manegebewegungen wahr. Die Resultate der MORGANschen Arbeiten sind im allgemeinen mit meinen früheren Ergebnissen im Einklang.

Anderseits stieszen andere Beobachter, wie FERRIER, auf gewisse Erscheinungen wie Zurückziehen des Kopfes, während früher schon

[1]) MONAKOW: Lokalisation im Groszhirn, 1914, S. 900.
[2]) POLIMANTI: Contr. al Phis. Anat. dei Lobi frontali, Roma 1906.

MAGENDIE Retropulsion (also wiederum eine Zwangsbewegung, die an Zwangsbewegungen in der vertikale Fläche Anklänge zeigt) nach Vorderhirnläsion gesehen hatte. In Hinsicht auf die bekannten NOTHNAGELschen Beobachtungen — ein Nodus cursorius, der bei chemischer Reizung Propulsion verursacht, sollte im Striatum des Kaninchens gefunden worden sein [1]) — neigte man dazu, den tieferen Teilen des Nuc. caudatus mehr Aufmerksamkeit zu schenken.

Weitere Verwirrung ergaben die Untersuchungen der Autoren, die sich der faradischen Reizung bedienten, um die Funktionen des Stirnhirns festzustellen. Da konzentrierte sich der Streit auf die Frage, ob HITZIGS Ablehnung der Reizbarkeit des prae-frontalen Cortex oder aber FERRIERs Angabe, „konjugierte Deviation von Kopf und Augen mit Pupillenerweiterung erfolge nach faradischer Reizung gewisser Bezirke", zu Recht bestehe. Es wurde unzweideutig festgestellt (SCHÄFER, SHERRINGTON, GRÜNBAUM, LEIGHTON), 1. dasz die erregbare praefrontale Zone keinen Anschlusz an die richtige motorische Zone hatte, vielmehr davon deutlich getrennt war; 2. dasz zu einer erfolgreichen Reizung des Frontalhirns bedeutend stärkere Ströme als für die zentralen Windungen erforderlich sind (SHERRINGTON und LEIGHTON, auch VOGT und BARANY [2])). L. BIANCHI hat die richtige Beobachtung gemacht, dasz die auf die Reizung erfolgende Bewegung viel mehr einer zweckbewuszten Aktion gleiche als einer reflektorischen, was an FERRIERs Gedankengang erinnert, der die Aufmerksamkeitshaltung an das Frontalhirn gebunden glaubte. Man kann nach diesen Resultaten sich nur wundern, dasz die Handbücher noch immer seit Jahren als feststehend annehmen, dasz die elektrische Reizung der praefrontalen Area Deviation von Kopf und Augen hervorrufe; wie wir sahen, ist diese Angabe nicht genügend begründet. Auch spätere Erfahrungen an anderen Tieren sprechen dagegen (z.B. WEED und LANGWORTHYS [3]) am Opossum), wo man nirgends, auch nicht an den occipitalen Polen, konjugierte Deviation hervorrufen kann.

Stellt man sich auf den Standpunkt der jetzt m.A.n. festgestellten supravestibulären Funktion des Striatums, dann kann es keinem Zweifel unterliegen, dasz bei diesen Versuchen Stromschleifen eine wichtige, auf Irrwege führende Rolle gespielt haben. Und zwar nicht in der Art und Weise, dasz die Reizung des Frontalhirns, wie sich schon HITZIG vorstellte, zugleich die Zentralwindungen faradisierte, sondern weil dort jede elektrische Reizung, wie winzig sie auch sei, notwendig auch die darunterliegenden striären Gebilde erregen kann.

Hier ist es am Platze, auf frühere Versuche, welche die faradische Reizung des Nuc. caudatus und Putamen zum Zweck hatten, hinzuweisen, welche — wohl infolge der vielfachen Versuchsfehlerquellen — recht wenig Beachtung gefunden haben.

---

[1]) NOTHNAGEL: Pflüg. Arch., Bd. 57, 1873, S. 183.

[2]) VOGT und BARANY: Jnl. f. Psych., 1913, und Bd. 30, 1923, S. 96.

[3]) WEED und LANGWORTHY: Jnl. of Physiol., V, 48, 1914, S. 206.

§ 5. Können Reizungsversuche des Neostriatums die supra-vestibuläre Bedeutung dieses Gebildes erhellen?

Ohne näher auf die Technik einzugehen, welche im Laufe der Zeit für Reizungsversuche am Striatum angewandt worden ist, kann ich doch nicht umhin an MINORs richtigen Gedankengang zu erinnern, der als erster die Reizung der neostriären Gebilde nach vorhergehender Degeneration beider Pyramidenbahnen unternommen hat. Übrigens wurden nach dieser vorsorglichen Masznahme nur die vorhergehenden Beobachtungen MAGENDIEs, SCHIFFs und NOTHNAGELs, sowie auch ZIEHENs und SCHÜLLERs bestätigt, welche darin übereinstimmten, dasz sie am regelmäszigsten das Auftreten von Laufbewegungen der Versuchstiere bei elektrischer Reizung der Stammganglien bemerkten (PRUS). Dasz man übrigens in der Interpretation der beobachteten Erscheinungen (Springen nach vorn beim Durchschneiden des Corpus striatum nach MAGENDIE) keineswegs sich einigen konnte, folgt aus der einschränkenden SCHIFF'schen Erklärung, als er jene Beobachtung bestätigte, dasz „der Schmerz das Tier zur Fluchtbewegung nach vorn zwänge". Bei der Manegebewegung nach der kranken Seite machten CARVILLE und DURET als erste die Beobachtung, dasz dabei regelmäszig Fallneigung nach der gesunden Seite auftrat.

Zwar haben CARVILLE und DURET [1]) den Erfolg der NOTHNAGEL'schen und FOURNIÉ'schen Injektionen (Zinkchlorid und Chromsäure) in das Neostriatum, wonach starke Propulsion auftrat, als abhängig von der Reizung der Pyramidenfasern auffassen wollen. Die spätere Erfahrung hat aber zur Genüge bewiesen, dasz dem nicht so ist, denn mit der Lokomotion haben die Pyramidenbahnen so gut wie nichts zu schaffen. Übrigens hatten bereits TODD und CARPENTER vorher die Corpora striata als die Organe angesehen, welche den Reiz zur Vorwärtsbewegung erzeugen, obwohl LONGET und VULPIAN die Stammganglien unerregbar nannten, während MAGENDIE Retropulsion beobachtet hatte. Der von FERRIER, CARVILLE und DURET beobachtete Pleurothotonus nach der kranken Seite beruht, so können wir jetzt urteilen, wohl auf Verletzung des Globus pallidus (S. 107) und die bei Läsion des Nuc. caudatus bemerkte Fallneigung nach der gesunden Seite führen C. und O. VOGT wohl zu Unrecht auf die halbseitige Lähmung (der gekreuzten Seite) zurück.

PRUS [2]) und ZIEHEN [3]) sahen bei der Reizung des Nucl. caudatus Kaubewegungen und Spreizen der Vorderpfoten, während BECHTEREW diesen Teil des Striatums nicht reizbar fand. JOHANNSEN [4]) sah bei Reizung des Nucl. lentiformis tonische Krämpfe der contralateralen, nachher der gleichseitigen Extremitäten. SCHÜLLER [5]) sah nie Manegebewegungen, obwohl

---

1) CARVILLE et DURET: Archives de Physiol., 1875, S. 352.
2) PRUS: Wiener. Klin. Woch., 1899, S. 1199.
3) ZIEHEN: Archiv f. Psych., Bd. 21, 1889.
4) JOHANNSEN: Inaug. Diss. Dorp., 1885, Aus PRUS' Abh., S. 97.
5) SCHÜLLER: Pflügers Arch., XCI, 1902, S. 427.

der Hund nach Verletzung des Nucl. caudatus den Kopf etwas schneller nach der verletzten Seite hin wenden konnte als nach der andren Seite.

Interessant ist SCHÜLLERs Beobachtung, dasz dem Hund nach Verletzung des rechten Nucl. caudatus der Flankengang nach rechts nicht mehr möglich ist; obwohl er nicht auf Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene gefahndet hat, hat er doch sicher solche gesehen, denn er bemerkte an einem seiner Tiere, dasz es starke Neigung zum Aufbäumen zeigte.

SPENCER und BEYERMANN [1]) sahen Veränderungen des Atemrhythmus während faradischer Reizung des Vorderhirns. Schon hier will ich die Aufmerksamkeit auf den merkwürdigen Umstand richten, dasz eins der beständigsten Symptome nach tieferer Verletzung des Vorderhirns der Säugetiere regelmäszig den meisten Physiologen entgangen ist: die Fallneigung nach der gesunden Seite, welche nach unseren Ausführungen nichts anderes als das abgeschwächte Symptom der Rollbewegung darstellt. Die späteren Physiologen, wie COBB und SCHALTENBRAND [2]), sprechen von „Torsionsspasmus" und „Grunddrehung", wenn sie in ihren Thalamusversuchen die Rollneigung nach der gesunden Seite beobachten. Die andren Formen von Zwangsbewegung: Manege nach der Seite der Verletzung, Retropulsion, Propulsion, selbst Flankengang wurden alle hier gefunden, ohne dasz es gelang irgend eine nähere Lokalisation festzustellen.

§ 6. *Können Abtragungsversuche am Corpus striatum über die supravestibuläre Bedeutung dieses Gebildes Auskunft geben?*

Der Gegensatz in den Ansichten über die Manegebewegung nach Hirnstammläsion um die Mitte des vorigen Jahrhunderts (BROWN SÉQUARD, SCHIFF) betraf nicht nur die Zwangsbewegungen, sondern auch die Angabe der Richtung der Zwangs bewegung nach verschiedenen Verletzungen. Man konnte sich auch über den Punkt des Hirnstammes nicht einig werden, an welchem — bei immer mehr oral gesetzten Verletzungen — die Zwangsbewegung nicht mehr nach der gesunden, sondern nach der kranken Seite auftrat. Übrigens erstreckte sich hinsichtlich der Rollbewegung das Durcheinander auszer auf die Richtung der Bewegung auch auf die *Benennung* der Richtung. Was der eine Rollung nach r. nannte, beschrieb der andere als Rollung nach l. (vergl. S. 84). Die noch geringen hirn-anatomischen Kenntnisse verhinderten damals wohl die erforderliche anatomisch-physiologische Analyse. Sicher ist, dasz in diesen früheren Perioden den Physiologen wenigstens die Unterscheidung zwischen Roll- und Manegebewegung geläufig war, eine Einsicht, der selbst heutzutage unter den Klinikern nicht Gemeingut ist.

---

[1]) BEYERMANN: Diss. Amsterdam, 1900, Jahrb. f. Psych., Bd. 22, 1902.
[2]) SCHALTENBRAND und COBB: Pflügers Archiv, B. 222, 1929, S. 594.

PRÉVOST hatte 1870 darauf aufmerksam gemacht, dasz er in denjenigen Fällen von Hirnblutung bei seinen Apoplektikern bleibende konjugierte Deviation von Kopf und Augen (nach der kranken Seite) feststellen konnte, bei welchen post mortem das Corpus striatum erheblich verletzt gefunden wurde. Diese fortschrittliche Erkenntnis konnte ihre aufklärende Wirkung damals nicht entfalten, denn die Identität der konjugierten Deviation des Menschen mit der Manegebewegung der gewöhnlichen Versuchstiere war noch nicht anerkannt. HEBOLD [1]) sowie auch GOLTZ deuteten den sogenannten Pleurothotonus als Teilerscheinung der Manegebewegung . So kam es, dasz LANDOUZY [2]) die wichtige Entdeckung PRÉVOSTs gänzlich übersehen konnte. Als später FERRIER [3]) und JOHANNSEN [4]) beim Hund den Nucl. lentiformis mit faradischen Strome reizten, wurde Pleurothotonus nach der gesunden Seite, von dem ersten Autor auch epileptische Anfälle, ausgelöst. PRUS [5]) sah bei Reizung der vorderen Teile (N. caudatus) das Tier den Kopf nach oben heben, eine Bewegung, welche anhielt, auch nachdem der Reiz aufgehört hatte.

Nach Abtragung des r. Nuc. caudatus beim Hunde fand SCHÜLLER [6]), wie wir eben sahen, dasz der Flankengang nach r. unmöglich war. Er schreibt dies der ungenügenden Abduktion des gekreuzten Beines als Folge der Hemiplegie zu, welche durch die Verletzung des Nuc. caudatus hervorgerufen worden war, anstatt, wie wir jetzt wohl schlieszen können, dieses Symptom mit der Fallneigung nach der gesunden Seite in Verbindung zu bringen. Bei einem seiner Hunde bemerkte er, dasz das Tier sehr leicht dazu gebracht wurde auf den Hinterfüszen zu gehen, eine Eigentümlichkeit, in welcher ich die Neigung zur Zwangsbewegung in der vertikalen Ebene (Neigung zum Aufbäumen) erkenne. Diese Form von Zwangsbewegung in der vertikalen Ebene geht öfters mit einer gewissen Neigung zu Retropulsion einher. In entsprechender Weise beobachtete MAGENDIE beim Kaninchen nicht nach Durchschneidung des einen Striatums, sondern nur nach doppelter Durchschneidung das Gegenteil: *nach vorn springen.* Die Meinung SCHIFFs, der diese Beobachtung bestätigte, dasz das Vorwärtsspringen auf Schmerz beruhe, scheint mir angesichts unseren sonstigen jetzigen Kenntnisse nicht mehr haltbar.

Wie vorsichtig man mit der Benennung der Erscheinungen sein musz, sieht man an der SCHÜLLER'schen Beschreibung: das Tier mache keine Manegebewegung, sondern drehe den Kopf schneller nach L. als nach R. Ein solches Tier macht m.A.n. zwar in der Tat keine regelmäszige Manege, zeigt aber Vorliebe nach L. zu gehen, was auf alle Fälle eine abgeschwächte Form von Manegebewegung darstellt.

Was die Versuche am Stirnhirn anbetrifft, so hat POLIMANTI wieder

---

[1]) HEBOLD: Arch. f. Psych., XVI, S. 552.
[2]) LANDOUZY: Presse médicale, 1879.
[3]) FERRIER: Funktionen des Nervensystems, 1879.
[4]) JOHANNSEN: Inaug. Diss. Dorpat., 1885.
[5]) PRUS: Wiener Klin. Wochenschr., 1899, S. 1199.
[6]) SCHÜLLER: Pflügers Arch., XCI, 1902, S. 477.

darauf aufmerksam gemacht, dasz sein Hund nach Abtragung des L. Stirnhirnpols für viele Monate neben Manege nach der kranken, auch Fallen nach der gesunden Seite zeigte, woraus er den von uns natürlich keineswegs unterschriebenen Schlusz zog: das Frontalhirn versorge die gekreuzten Rückenmuskeln. Es war bereits CARVILLE und DURET bei ihren Versuchen mit dem Corpus striatum aufgefallen, dasz die Tiere so oft nach der gesunden Seite fielen (vergl. S. 218). Was anders gerichtete Zwangsbewegungen nach Frontalhirnabtragung betrifft, so beobachteten BIANCHI und FRANZ bei ihren auf beiden Seiten frontal operierten Tieren, dasz der Kopf nach vorn gebeugt war, und POLIMANTI sah seinen Macacus nach diesem Eingriff einen „krummen Rücken" dabei machen, d.h. wohl auch mit nach unten gebeugtem Kopfe. Dieser „Katzenbuckel", ebenfals von MUNK beschrieben, ist auch von MONAKOW und MINGAZZINI gesehen und namentlich von ASHIZAWA und LEWY [1]) während faradischer Reizung des Nuc. Caudatus beobachtet worden. Auch die entgegengesetzte Haltung, das Hochheben des Kopfes, wurde nach Eingriffen ins Striatum bemerkt; dabei bestand leichte Drehstellung und Fallneigung nach der gesunden Seite (keineswegs immer). Fallneigung nach der gesunden Seite also ist zu gleicher Zeit ein häufiges Syndrom sowohl nach Verletzung des Frontalhirns als auch des vorderen Teils des Striatums.

Wie notwendig es ist, bei der Beschreibung der operierten Tiere scharf die Roll- oder Fallneigung nach der einen (gesunden) und die konjugierte Deviation nach der anderen (kranken) Seite zu trennen, kann man aus der eigenartigen Beschreibung MINGAZZINIs und POLIMANTIs ersehen: Hund III, Zwangsbewegung nach l., wahrscheinlich konjugierte Deviation in der horizontalen Ebene [2])). Kopf beim Gehen nach R. geneigt (wohl Rollstellung nach R.!) und nach oben und L. gedreht. — Um Verwechselungen zu meiden, scheint es empfehlenswert, das Wort „drehen" (Rotation) nur für die Zwangsbewegung in der frontalen Ebene, d.h. im Falle der Rollbewegung, und das Wort „Wendung" nur für die reine Zwangsbewegung in der horizontalen Ebene, d.h. für die Teilerscheinung der Manegebewegung, zu verwenden.

Retrospektiv ist es auch nicht ohne Interesse, KARPLUS' und KREIDLs Abhandlung über groszhirnlose Tiere heranzuziehen. Auf diese Autoren hat Eindruck gemacht, dasz die Abtragung einer Groszhirnhemiphäre wohl die Motilität des gekreuzten Armes und Beines, nicht jedoch die Kopfbewegungen veränderte. Nach unseren jetzigen Ansichten musz man annehmen, dasz in solchen Fällen der vordere und der laterale Teil des Pallidums intakt geblieben ist. Wenn die Autoren nach einem solchen Eingriff Vorliebe auf der gesunden Seite zu liegen notieren, stimmt das mit meinen Versuchen überein. Das Symptom ist jedoch als eine abgeschwächte Rollneigung (nach der gesunden Seite) und als Folge der Beeinträchtigung der Funktion des vorderen Teiles des Pallidums zu betrachten, ev. infolge lokaler Thrombose einer Endarterie (vergl. Kap. 10, § 6, S. 103). Wenn das Versuchstier II nach r. Hemisphärenabtragung nach l. fällt, und Manege nach r. vollführt, musz wohl angenommen werden, dasz der ganze Globus pallidus geschädigt worden ist, wenn auch die etwas undeutliche anatomische Beschreibung hier Zweifel bestehen lassen könnte.

Wie wenig die Bedeutung des Striatums als tertiären vestibulären Zentrums vor 1914 von den Physiologen und Neurologen gewürdigt wurde,

---

[1]) ASHIZAWA und LEWY: Zeitschr. f. d. ges. Exp. Med., 66, 1929, S. 156.
[2]) MINGAZZINI und POLIMANTI: Monatschr. d. Psych., 20, 1908, S. 403.

kann man auch aus HORSLEYS Äuszerung [1]) schlieszen, „im Pallium des temporalen Lobus endigen die vestibulären Reize", und aus denjenigen POLIMANTIS [2]) „das Frontalhirn steht bekanntlich den Rückenbewegungen vor"; auf der gleichen Auffassung beruht auch BARTELS' und OHMS nach 1919 erfolgte Ansicht, dasz die schnelle Phase des Nystagmus in der Cortex cerebri lokalisiert sei, obwohl nicht nur meine Beobachtungen, sondern auch diejenigen an ROTHMANNS Hund, DUSSERS, SCHALTENBRANDS und COBBS Katzen und BAUER und LEIDLERS Kaninchen etwas anderes lehrten. Ebenso wie bei KORANYI und LOEBS [3]) Kaninchen mit asymmetrischem Nystagmus eine Verletzung des Globus pallidus anzunehmen ist, ebenso hätten wahrscheinlich Osmiumpräparate der IVY-schen Versuchstiere [4]) eine Verletzung des Striatums gezeigt; während er wohl zu Unrecht zu dem Schlusz kommt, dasz der Cortex einen hemmenden Einflusz auf den Nystagmus ausübe. Auch hätte die Anerkennung des Striatumeinflusses auf die Augenbewegungen (Abtragung hat konjugierte Deviation nach der kranken Seite zur Folge — vergl. S. 123 dieses Werkes) WILSON und PIKE zu anderen Deutungen ihrer Beobachtungen veranlaszt.[5])

Dasz nach den zwanziger Jahren der Gedanke: das Striatum sei ein supravestibuläres Zentrum, vielfach Fortschritte machte, lehrt ein Blick in die einschlägige Literatur. Während RAMSAY HUNT [6]) dem Striatum die Kontrolle der assoziierten Bewegungen zuschreibt, faszt FÖRSTER [7]) Pro- und Retropulsion als Unterteile seines Pallidumsyndroms, als ein vestibuläres Symptom auf. Weiter ist auch wohl EDWARDS und BAGGS Resultat [8]) — „Radiumnecrose tritt nur am Putamen und Caudatum, nie im Pallidum auf, veranlaszt Tremoren, aber keine Roll- und Manegebewegungen" — im Sinne der von mir auf physiologisch-anatomischen Gründen geforderten Sonderstellung des Pallidums zu interpretieren.

Wie man sieht, hat man genügend Ursache anzunehmen, dasz die von ASHIZAWA und LEWY [9]) betonte Diskrepanz zwischen klinischen und experimentellen Feststellungen doch nicht so grosz ist. Aus ihren interessanten Versuchen an Katzen mit CLARKES Instrument (Verschorfung des Kopfes des Nuc. caudatus beiderseits) geht hervor: 1. dasz auf das Caudatum beschränkte Herde nicht zu konjugierter horizontaler Deviation und Manegebewegung Anlasz geben, 2. dasz einerseits faradische Reizung dieses Abschnitts des Striatums Katzenbuckelstellung und „Kopf nach

---

1) HORSLEY: Loc. cit.
2) POLIMANTI: Arch. f. (An. u.) Phys., 1908.
3) KORANYI und LOEB: Pflüg. Arch., V. 48.
4) IVY: Jnl. Comp. Neur., V. 31, 1919, S. 1.
5) WILSON und PIKE: Proc. Roy. Soc., Vol. 82, S. 450; Proc. Soc. exp. Biol., Vol. 10, S. 81.
6) RAMSAY HUNT: Arch. of internat. med., 1918, S. 647.
7) FÖRSTER: Ges. Neurologie u. P., 73, 1922, S. 48.
8) EDWARDS und BAGG: Am. Jnl. of Physiol., 65, 1923, S. 169.
9) ASHIZAWA und LEWY: loc. cit.

vorn" produziert, anderseits doppelter Verschorfung ebenfalls die vestibulären Reflexe des Kopfes und zwar in der vertikalen Ebene ausschaltet, bes. wenn man dem Tier die Blindkappe aufsetzt.

Vollständig den komplizierten Zwangsbewegungen entsprechend, sahen KORANYI und LOEB [1]) ebenso komplizierte Formen von Nystagmus nach verschiedenen Hirnverletzungen, bei welchen aber sicherlich direkte Verletzungen des Hirnstamms mit unterliefen, was auch mit BECHTEREWs Versuchen [2]) der Fall war. LOEBs Feststellung (1918), dasz Hunde nach doppelseitiger Abtragung des Frontalhirns laufen wie „driven by mad impulse", beruht wohl auf einer Reizung. z.B. durch Blutergusz in das Striatum, nach Art der NOTHNAGEL'schen Kaninchen-Versuche.

§ 7. *Einflusz der physiologischen Beobachtungen auf das Verständnis der Stirnhirnataxie.*

Eine Fülle neuer miszverständlicher Theorien von der Stirnhirnataxie ergab sich, als man die in der menschlichen Klinik gesehenen Tatsachen mit den Tierexperimenten in Verbindung zu bringen versuchte. Auf diesem Felde bekämpften sich zwei oder drei Schulen. MOELI und WERNICKE erklärten die sogenannte Frontalataxie mit der Läsion der von MUNK u.a. festgestellten Hals- und Rumpfmuskelzentren; und auch MINGAZZINI und POLIMANTI [3]) schlossen sich dieser Ansicht an. Dagegen wiesen BRUNS und OPPENHEIM auf den echt cerebellären Charakter der Störungen hin. Während MOELI und WERNICKE, DEJERINE und FLECHSIG „eine Schwäche der Rückenmuskeln" annahmen und BRUNS auf eine anatomische Verbindung zwischen Vorderhirn und Cerebellum hinwies, nahm MONAKOW eine komplizierte Fernwirkung des Frontalhirns auf das Cerebellum an. ANTONs und ZINGERLEs [4]) Gedanke, das Frontalhirn sei vor allem Sitz des Intellekts, fand keine Stütze bei VOGT, der meinte, dasz die frühere Myelinisierung dieses Teiles nicht mit einer solchen Funktion im Einklang stände. Schlieszlich hatten CARVILLE und DURET [5]), TODD, CARPENTER, AROHNSON, FERRIER und GOLTZ, später vor allem auch EDINGER und KALISCHER an Vögeln Freszstörungen nach Verletzung des Frontalhirns bemerkt, wobei dahingestellt blieb, ob nicht vor allem das Corpus striatum dabei eine Hauptrolle spielte. Trotz der im Anfang dieses Jahrhunderts zunehmenden Kenntnis der Stirnhirnverbindungen war es nicht möglich Ordnung in das Chaos der einander widersprechenden Erfahrungen zu bringen. DEJERINE und VOGT hatten auf die engen Verbindungen des medialen Thalamuskerns mit dem Nuc. caudatus aufmerksam gemacht, und im allgemeinen hatten MINKOWSKI [6]) und ECONOMO

---

[1]) KORANYI und LOEB: Pflüg. Archiv, Bd. 48.

[2]) BECHTEREW: Virchows Archiv, 101, 1885, S. 483.

[3]) MINGAZZINI und POLIMANTI: Monatschr. f. Psych., 20, 1908, S. 405.

[4]) ANTON und ZINGERLE: Bau des Stirnhirns, Graz 1902.

[5]) CARVILLE und DURET: loc. cit.

[6]) MINKOWSKI: Schweiz. Arch. f. Neurol., XII, 1923, XIV und XI, S. 249.

vielfache Verbindungen zwischen Frontalrinde und darunter liegenden Striatumteilen und Substantia nigra nachweisen können. Die jüngeren Untersucher hatten sich aber nun einmal von den früher gestellten Problemen abgewandt.

Der m.A. wichtigste Grund für Unklarheiten, welche in dieser Frage unter Physiologen und Klinikern bestehen, ist das Übersehen der Rollneigung nach der gesunden Seite nach Vorderhirnläsion; auf dieser teilweisen Vernachlässigung von Versuchsergebnissen beruht, wie in Kap. 22, S. 323, ausführlich anatomisch-physiologisch auseinandergesetzt wird, auch wohl das Nichterkennen des Zusammenhangs der konjugierten Deviation von Kopf und Augen mit Manegebewegung bei den Versuchstieren nach Striatumläsion usw., und so kam es schlieszlich, dasz die Physiologen und Kliniker die Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene überhaupt nicht werteten.

§ 8. Anatomisch-physiologische Deutung der Experimente.

Als im Anfang dieses Jahrhunderts die allgemeine Vermehrung unserer anatomischen Kenntnisse die Beobachter anregte, auch für diese noch kaum richtig analysierten Syndrome gewisse anatomische Erklärungen zu suchen, kamen FLECHSIG, DEJERINE und MINGAZZINI auf den Gedanken, nach Stirnhirn- Kleinhirnverbindungen zu fahnden. Während MONAKOW sich vorsichtshalber auf die Annahme einer komplizierten Einwirkung des Stirnhirns auf das Cerebellum beschränkte, nahmen MOELI und WERNICKE, sowie ROTHMANN, in der Frontalrinde Zentren für Rumpfbewegungen und Muskeln an, wobei aber der letzte die Aufmerksamkeit darauf lenkte, dasz man entartete Fasern nicht weiter als bis in die Oblongata verfolgen könne. Eine solche Vorstellung war wohl auch ZINGERLE [1]) und VOGT nicht fremd, und VOGT bemerkt mit Recht, das Frontalhirn myelinisiere zu früh, als dasz man annehmen könne, dasz ihm ausschlieszlich intellektuelle Funktionen zukämen. Auch BIANCHI hob die Dürftigkeit der Projektionsfasern des Frontalhirns hervor. VOGT, DEJERINE und SACHS haben namentlich auf den Nuc. medianus thalami als den Endpunkt der meisten fronto-thalamischen Fasern hingewiesen, während MINKOWSKI [2]), den die choreatischen Bewegungen schon mehr interessierten als die richtigen Zwangsbewegungen, auf die Existenz der vielen fronto-caudalen Fasern aufmerksam machte. In der prae-rolandischen Region herrschten angeblich die Rotkernverbindungen vor, während MINKOWSKI und BESTA die Existenz rubro-corticaler Fasern ausschlieszen konnten.

Nachdem bereits CZERMAK [3]) und SCHIFF [4]) die ersten Versuche gemacht hatten, um genau festzustellen, an welchem Punkte des Hirnstammes bei einer Serie von Halbseitendurchschneidungen die Richtung der beiden

---

[1]) ZINGERLE: Bau des Stirnhirns, 1902.

[2]) MINKOWSKI: Schweizer Arch. f. Neur. u. Psych., XII, 1923, S. 243.

[3]) CZERMAK: Jenaische Zeitschr., 1866.

[4]) SCHIFF: Arch. f. Physiol. Heilk., 1846, S. 667.

Zwangsbewegungen (Manege und Rollung) sich umkehrt, gelang es erst 1914 an der Hand systematischer einseitiger Durchschneidungen des H.L.B. der Katze durch die nachfolgende Marchi-Untersuchung des Hirns die Kreuzung der aufsteigenden H.L.B. Fasern in der hinteren Kommissur als den Kehrpunkt nachzuweisen.[1]) Namentlich waren es die aus der Vestibulargegend aufsteigenden Bahnen [2]), deren Durchschneidung die Hauptrolle für die Entstehung der Zwangsbewegungen und ihrer besonderen Richtung spielte.

Zweitens stellte sich heraus, dasz der Nuc. commissurae posterioris und der von ihm absteigende Tr. commissuro-medullaris die maszgebenden Elemente für die Lokomotion (und die Augenbewegungen) in der horizontalen Ebene sind.[2])

Drittens konnte man nicht nur durch eine Verletzung des r. Nuc. commissurae posterioris, sondern auch durch eine Verletzung des r. Globus pallidus und ebenfalls der diese Kerne (Nuc. commissurae posterioris und Pallidum) verbindenden Bahnen eine Manegebewegung nach r. hervorrufen. Man fand, dasz eine Monate und Jahre andauernde Manegebewegung allein dann zustande kommt, wenn man den lateralen Abschnitt des Globus pallidus erheblich verletzt. Sonstige Vorderhirnverletzungen, so ausgedehnt sie auch sein mögen, haben nur eine zeitweilige Manegebewegung zur Folge.

Ähnliche Verhältnisse findet man hinsichtlich der Zwangsbewegung in der frontalen Ebene. Der Nuc. interstitialis und der Tr. interstitio-spinalis beherrschen die Rollbewegung (und Fallneigung mit HERTWIG-MAGENDIE Schielstellung der Augen) nach der gesunden Seite; der Kern ist durch auf -und absteigende Fasern mit dem vorderen Abschnitt des Globus pallidus verbunden.[2]) Eine erhebliche Verletzung dieses Abschnittes, mit Verletzung des Nuc. lentiformis oder Putamen verbunden oder nicht, hat bleibende Neigung nach der gesunden Seite zu rollen und zu fallen zur Folge. Die nächste und wohl die letzte breit angelegte Arbeit über anatomische Folgen der Verletzung der verschiedenen Abschnitte des Striatums liegt vor uns von der Hand MORGANs (loc. cit.). Bei einer Anzahl von Katzen wurde eine Verletzung am Globus pallidus und an den mittleren Abschitten des Putamens und des Nuc. lentiformis gesetzt; wobei oft stärkere Haemorrhagien hervorgerufen wurden.

Diese Blutungen sind keineswegs irrelevant für die Beobachtung der folgenden Zwangsbewegungen, denn in den Krankheitsgeschichten kann man förmlich aus den täglichen Notizen die richtige forzierte Manegebewegung nach r. — anscheinend als *Reiz*erscheinung durch erneute Blutung im oder um den l. Globus pallidus — unterscheiden von der ruhigeren Manegebewegung nach L., d.h. nach der Seite der Verletzung als *Ausfalls*bewegung.

Auch das, was der Autor „Hypertonie" nennt, kann nicht ohne Kritik passieren. Es erhebt sich nämlich die Frage, ob denn die halbseitige Hypertonie an der konkaven

---

[1]) Dieser Ansicht hat sich erst unlängst auch GROEBBELS angeschlossen.

[2]) MUSKENS: Brain 1914.

Körperseite der Kreisbewegung vollführenden Tiere nicht richtiger als Teilerscheinung der die Zwangsbewegung vergesellschaftenden Zwangsstellung aufzufassen ist. Glücklicherweise verfällt der Autor sonst nicht der kritiklosen Beschreibung von „halbseitiger Decerebration", an sich eine „Contradictio in terminis", und sonstigen modernen Verirrungen. In dem angeblichen Hypertonus der Extensoren in den Krankheitsgeschichten der Autoren, glauben wir oft die Zwangsbewegung nach oben erkennen zu können.

Im allgemeinen scheinen MORGANs Resultate sich wohl mit den meinigen aus den Jahren 1914 und 1922 zu decken, soweit sie die gleichen Probleme betreffen. Keineswegs ist auszuschlieszen, dasz MORGANs F.-Bahn ganz oder zum Teil identisch ist mit dem Bündel, das lateral von dem H.L.B. (PROBST, WALLENBERG, MIHI) verläuft.

Aus dem Vergleich der M.'schen Fälle mit den meinigen scheint hervorzugehen, dasz dieses Bündel aus dem Putamen stammt, jedenfalls nicht aus dem Nuc. caudatus. Leider hat der Autor die Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene nicht berücksichtigt und hat in die Schnittserien wohl nicht die unteren Oliven einbezogen, so dasz keine Angaben über die striobulbären Fasern erfolgen, welche in verschiedenen Abschnitten der unteren Oliven verschwinden. Interessant sind schlieszlich des Autors Bemerkungen über die Bedeutung der strio-reticulären als strio-masticatorischen Fasern. Diese Fasern helfen wahrscheinlich das zentrale Haubenbündel bilden. Sicher ist, dasz bis jetzt kein Autor imstande war, so genaue Angaben zu machen über die vom Striatum bis zu den reticulären Formationen absteigenden Faserbündel und diejenigen Hirnnervenkerne, deren nicht bestehende Verbindung mit dem Pyramidenstrang immer die Untersucher in Verwunderung gesetzt hat. Diese Beobachtungen scheinen denn auch unseren Ansichten über die funktionelle Bedeutung des Stirnhirns neue Ausblicke zu eröffnen. Auch MORGANs Angaben über pallidäre Bündel zu den Commissurkernen verdienen genaueste Beachtung. — Schlieszlich ist diese Arbeit zu werten als eine Brücke zwischen den WILSON'schen, meinen und sonstigen klinischen Beobachtungen über die automatischen, unter dem Einflusz des erkrankten Striatums erfolgenden Erscheinungen: Tremor, Athetose, Kau- und mimische Bewegungen, wie die postgrippöse Encephalitis sie uns so vielfach gezeigt hat, und über die supra-vestibulären und oculomotorischen Funktionen, die für das Striatum gefordert werden müssen.

KAPITEL 22.

KOMPLIKATIONEN DER EXPERIMENTELLEN STIRNHIRNVERLETZUNGEN.

§ 1. Nicht beabsichtigte Verletzung des Striatums bei Stirnhirn-Rindeabtragungen.

Hier musz ich eines Umstandes gedenken, der nur zu oft unbeachtet blieb und zweifellos den Wert im übrigen tadellos durchgeführter Experimente illusorisch gemacht hat. Ich meine, dasz mehrere, wenn nicht alle

Beobachter gewisse ganz vorn aus der Arteria cerebri anterior entspringende sehr feine Arteriolen übersehen haben, welche gradlinig durch die Substantia perforata hindurch die inneren Glieder des Nucl. lentiformis ernähren. Nachdem DURET [1]) schon 1874 auf die besonderen Ernährungsverhältnisse des Globus pallidus hingewiesen hatte, fand ich den einzigen Hinweis auf die Existenz solcher Arteriolen in einer kurzen Publikation A. KOLISKOS [2]), der auf Anraten MEYNERTS genauere Angaben über die Verästelungen der Hirnarterien beim Menschen machte. Dieser sehr scharfsehende Pathologe sagt wörtlich: „Von der vorderen Hirnarterie gehen meistens zwei, mitunter auch blosz eine Arteriole von ziemlich beträchtlicher Stärke ab, welche vor oder hinter der Communicans anterior entspringen und in langem rückläufigem Verlaufe parallel zum Stamme der vorderen Hirnarterie bis zur Lamina perforata anterior ziehen, wo sie sich in die Hirnsubstanz einsenken, um konstant die hinteren Teile des Schweifkernkopfes, des vorderen Kapselschenkels und der vorderen Anteile des äuszeren Linsenkerngliedes zu versorgen". Dieser rückläufige Verlauf wurde schon von DURET beobachtet und hat nach KOLISKO seinen Grund „in der Art der Entwicklung der Hirnlappen". — In der klinischen Literatur habe ich hierüber sonst nichts finden können. Nur haben FOIX und HILLEMAND [3]) einen Fall von rechtsseitiger Hirnerweichung beschrieben mit konjugierter Deviation von Kopf und Augen nach rechts und linksseitiger Hemiplegie, in welchem die teilweise Erweichung des Globus pallidus vielleicht auf Blockierung einer dieser Arteriolen beruht (BEEVOR [4])).

Meiner eigenen Erfahrung nach handelt es sich hier um eine vom physiologisch-anatomischen Standpunkt äuszerst bemerkenswerte Besonderheit, denn es ist wichtig zu wissen, dasz eine Verletzung der Hirnsubstanz so weit vorn — d.h. jeder Eingriff an den vordersten Partien des Frontalhirns und jeder Versuch, entweder frontalen Cortex oder aber darunterliegende Gebilde auszuschalten, — eine Erweichung in den vorderen Teilen des Palaeostriatums (d.h. Globus pallidus) mit sich bringen *kann*, wie ich auch wirklich sah. Denn es hat sich — wenigstens bei Katze [5]) und Hund — herausgestellt, dasz diese Arteriolen meist Endarterien sind. In diesem Falle musz nach ihrer Unterbrechung unter allen Umständen in diesen wichtigen und tief gelegenen Gebilden ein malacischer Herd entstehen.

Das erste Mal beobachtete ich diesen lokalen thrombotischen Herd bei einer Katze [5]) bei welcher (wie ich an anderen Stellen beschrieben habe), soweit dies möglich schien, der Cortex, und nur der Cortex, des vorderen Hirns abgetragen wurde. Obwohl hier sicher alle tieferen Gebilde und

---

[1]) DURET: Arch. de physiol. norm. et path., Serie II, 1874.

[2]) KOLISKO: Neurol. Zentralblatt, 1892, S. 527.

[3]) FOIX und HILLEMAND: Encéphale, V. 20, 1925, S. 224 (Abb. 9).

[4]) BEEVOR: Philosoph. Transactions, 1907.

[5]) MUSKENS: Epilepsie, Berlin 1916, Katze 205, S. 143.

namentlich der Globus pallidus ausgespart waren, vollführte das Tier, zu meinem Erstaunen, Monate lang Manegebewegung nach der kranken Seite. Bei der mikroskopischen Untersuchung wurde ein ziemlich schmaler Erweichungsherd im r. Pallidum und entsprechende Entartung verbindender Fasergruppen mit den Commissurkernen, Substantia nigra usw. gefunden.

Zweitens gelingt es unschwer an der im Amsterdamer Hirninstitut befindlichen Präparatenserie des berühmten ROTHMANN'schen Hundes, der ja zu Lebzeiten Manegebewegung nach rechts (und „Hochgehen des Kopfes" mit Fallneigung nach hinten) zeigte, einen eben solchen, den Kern des Globus pallidus treffenden Herd aufzufinden (loc. cit. Abb. 41, S. 388). Auch in den bereits von ROTHMANN jr. publizierten Photos kann man sich hiervon überzeugen.[1]) In diesem Falle lag es jedoch im Plan des Experimentators das ganze Vorderhirn abzutragen, was denn auch sehr gut gelang.

Es ist klar, dasz, wenn wie hier nur auf einer Seite diese wichtige Arterie durch den ursprünglichen Eingriff durchschnitten wird, die Symmetrie der Erscheinungen verloren geht. Mit diesem Nachweis wird aufs neue die wichtige Bedeutung des Globus pallidus als tertiären Zentrums für vestibuläre Antriebe dargetan. Zugleich wird eine Erklärung gegeben für die öfter, auch von MARSALET, gemachte Erfahrung [2]), dasz man in gewissen Fällen von ausschlieszlicher Verletzung der Stirnhirnrinde bleibende oder sehr lange dauernde Zwangsbewegungen beobachten kann.

Zugleich wird damit auch die Aufmerksamkeit auf einen Umstand gelenkt, der sowohl im physiologischen Versuch als bei jedem klinisch beobachteten Stirnhirnherd und der dabei vorkommenden Beeinträchtigung der Lokomotion und bei der Ataxie überhaupt im Mittelpunkt des Interesses stehen musz. Auch bei den Versuchen, die BARD, ORIAS und BROOKS [3]) vorgenommen haben, kommt m.A. eher die Funktion des Striatums als die des Cortex in Frage; mehr als je stellt sich heraus, dasz solche Eingriffe nur dann einen wissenschaftlichen Wert beanspruchen können, wenn eine genaue anatomische Untersuchung auf das Experiment folgt.

Diese Befunde lassen ernsten Zweifel an mehreren von den Physiologen und Klinikern angenommenen Verhältnissen aufkommen. Was letztere betrifft, so brauche ich nur an die von verschiedenen Seiten gemachten Versuche zu erinnern, das von STEINER und VAN DER SCHEER, und bes. von SCHUSTER untersuchte *Zwangsgreifen* von Läsion eines bestimmten Abschnittes des frontalen Cortex abhängig zu machen. Zunächst musz man fragen, ob in den betreffenden Fällen nicht Striatumherde zu Verwirrung bringenden Komplikationen führten. Soweit man dieses Problem mit Tierversuchen zu lösen versucht hat, scheinen die hierin erlangten Resultate eher meinen Zweifel zu stützen. Haben doch RICHTER, HINES,

---

1) ROTHMANN JR.: Zeitschr. f. d. ges. Neur. u. Psych., Bd. 88, 1923, S. 261.
2) DELMAS MARSALET: Fonctions du Noyau caudé, Bordeaux 1925.
3) BROOKS: Am. Jnl. of Physiol., 105, 1933, S. 162.

ADIE, CRITCHLEY, FULTON, JACOBSEN und KENNARD [1]) bewiesen, dasz blosz ausgedehnte Vorderhirnexstirpationen zu Zwangsgreifen Anlasz geben; also Verletzungen, die vielfach mit mittelbaren Striatum (Pallidum)-Herden einhergehen.

§ 2. Unbeabsichtigte Verletzung des H.L.B. Systems, auch der Commissura posterior, bei Vorderhirnabtragung.

Nachdem wir in Kap. 9, § 5, S. 89 ausführlich die Bedeutung der aufsteigenden, in der hinteren Commissur kreuzenden H.L.B.fasern besprochen haben, brauchen wir kaum zu samen, dasz bei Versuchen das Frontalhirn abzutragen oder lokale Verletzungen im Corpus striatum zu setzen, eine Nebenverletzung dieses Systems eine höchst unwillkommene Komplikation bilden musz. Wenn z.B. bei den GOLL'schen und DRESEL'schen Hunden und bei MORISONs Katze neben den schweren Verletzungen des Striatums auch die aufsteigenden H.L.B. verletzt werden, oder aber die Gegend der Commissurkerne teilweise in einen Erweichungsherd einbezogen wird, so dürfte es nach den vorhergehenden Auseinandersetzungen klar sein, dasz die im Leben beobachteten Zwangsbewegungen zuallererst mit dieser Verletzung in Verbindung gebracht werden müssen.

Sehr lehrreich ist in dieser Hinsicht die klinische Beobachtung des Versuchstieres, wenn man die von GORDON HOLMES stammende Beschreibung mit den später von WALLENBERG publizierten Details [2]) über die anatomischen Veränderungen des GOLTZ'schen Hundes vergleicht. Bei diesem Tiere wurde am 27.6.'89 und 13.11.'89 die l. Hemisphäre abgetragen, am 17.6.'90 die r. Hemisphäre. Das Tier war nachher schwer durch akustische, leichter durch tactile Reize aus seinem Schlafzustande zu erwecken. „Wandert dumm umher, wobei er sich in der Regel nach r. dreht." Zuweilen wendet sich das Tier plötzlich nach l. um in Manegebewegung nach r. zurückzukehren. Autoptisch findet man den r. Nuc. caudatus entartet; am Putamen sind die hinteren Teile erhalten, ebenso wie die zwei Teile des Globus pallidus. Links ist der Globus pallidus mehr geschädigt. Hier hätte man nach den Ausführungen im Kap. 9 und S. 325 erwarten müssen, dasz die Manegebewegung *nach links* vollführt würde, ev. kompliziert durch Neigung sich auf die r. Seite hinzulegen. In Übereinstimmung mit der schwereren Verletzung des l. Striatums fand man die davon abhängige Substantia nigra l. mehr atrophisch als rechts, vielleich auch das l. hintere Längsbündel. Wenn man nichtsdestoweniger während des Lebens Vorherrschen der Manege nach r. feststellte, dann kann es kaum einem Zweifel unterliegen, dasz die von GORDON HOLMES beschriebene schwerere Verletzung der Commissura posterior der danach zu erwarten gewesenen Zwangsbewegung zu Grunde lag. Dieser Fall ist deshalb so wichtig, weil damit erwiesen wird, dasz bei einer gleichzeitigen Verletzung des Commissursystems und des gegenseitigen Striatums

[1]) FULTON, JACOBSEN und KENNARD: Brain 1932, S. 524.
[2]) WALLENBERG: Nervenheilk., Bd. 77, 1923, S. 201.

der Einflusz des sekundären Systems überwiegt. Wenn dazu auch das hintere Längsbündel selbst von der Verletzung betroffen ist, wie in MORISONs Fall, tritt dann die asymmetrische Striatumläsion, was die Zwangsbewegungen in der horizontalen und in der frontalen Ebene betrifft, ganz in den Hintergrund. Auch aus DRESELs Untersuchungen [1]) ergibt sich klar das Zurücktreten des Einflusses des verletzten Striatums gegenüber den sekundären und — in andren Fällen — noch mehr gegenüber den primären, vestibulären Verletzungen.

§ 3. Ungenügende Analyse der Zwangsbewegungen überhaupt und Verwechslung von Manege- und Rollbewegungen.

Es wurde angestrebt in den Kapiteln über die Zwangsbewegungen der niederen Tiere und derjenigen Säuger, welche die Wirbelsäule horizontal (hinter dem Kopf) tragen, immer scharf die Zwangsbewegung in der horizontalen Ebene (Manege) von derjenigen in der frontalen Ebene (Rollen) zu trennen. Mit dieser Absicht stoszen wir bei den Säugern, welche wie der Mensch die Wirbelsäule vertikal unter dem Kopfe tragen, auf neue und grosze Schwierigkeiten. Es ist ja klar, dasz mit dem Erwerb der aufrechten Stellung fast alle Unterscheidungsmerkmale der eben genannten Zwangsbewegungen, u.a. die begleitende Stellung der Augen und der sonstigen beweglichen Korperanhänge, verloren gehen. Wenn wir mehrmals in der Literatur die Angabe finden, beide Zwangsbewegungen gingen ineinander über, seien eigentlich eine identische Erscheinung, nur im Grad verschieden, dann mag diesem Irrtum zugrunde liegen: 1. Die Beobachtung an Kaninchen und Katzen, dasz die nach einer Verletzung der vestibulären Oblongataregion auftretende Rollbewegung (zur kranken Seite) nach ein paar Tagen zur Ruhe kommt, dasz das Tier sich dann bewegen kann und dann erst die, schon vorher vorhandene, Neigung zur Manegebewegung an den Tag kommt; 2. Die Beobachtung am Menschen, die in der Tat eine Identität beider Zwangsbewegungen scheinbar anzunehmen zwingt. Dem Anschein nach wenigstens sind beim Menschen beide Zwangsbewegungen identisch.

So kam es, dasz noch 1913 auf dem Groninger Physiologenkongress ein auf diesem Gebiet so sehr verdienter Forscher wie PRÉVOST die völlige Identität beider Zwangsbewegungen gegen mich anführte (als ich forderte, dasz man immer, auch beim Menschen, die Analyse beider Zwangsbewegungen durchführen solle, am besten wohl in der Weise, dasz man sich immer die Verhältnisse bei niederen Vertebraten zum Vergleich vergegenwärtige und danach die Richtung nach rechts oder links bezeichne). Denn, so meinte PRÉVOST, stelle man das rollende Kaninchen oder eine solche Katze aufrecht („Mettez l'animal sur un pivot"), dann sähe man, dasz das Tier nicht mehr rolle, sondern Uhrzeigerbewegungen, d.h. den höchsten Grad der Manegebewegung, vollführe!"

Dagegen ist einzuwenden 1. dasz sich beim physiologischen Experi-

[1]) DRESEL: Klin. Wochensch., 1924, S. 2283.

ment die scharfe Unterscheidung direkt aufdrängt, weil verschiedene Kombinationen der beiden Zwangsbewegungen je nach dem Umfang der gesetzten Läsion keineswegs selten sind. Bei niederen und höheren Tieren ergibt eine Verletzung der r. Vestibulargegend: Rollen nach r. und Manegebewegung nach r. Eine Verletzung der H.L.B. oberhalb der Vestibular-Faserkreuzung rechts ergibt: Rollen nach r. und Manege nach l. Nach immer oraleren Verletzungen bleibt das so, bis man nach Verletzung der Gegend der Commissura posterior (auch rechts) Rollung nach l. und Manegebewegung nach r. beobachtet. Eine gute Illustration der groszen Schwierigkeiten, denen die richtige Analyse der Zwangsbewegungen ausgesetzt war, bevor den neueren Forderungen der Anatomie entsprochen wurde, findet sich in der SCHIFF'schen Angabe 1846 [1]), dasz eine Durchschneidung des Hirnteils nahe den Corpora mamillaria (d.h. wohl eine Hemisektion des Hirnstammes in der Höhe der Commissura posterior) erst Manege nach der einen, dann nach der anderen Seite zur Folge hatte. Eine Tatsache die erst 60 Jahre später unabhängig von SCHIFF aufs neue gefunden wurde; 2. ist einzuwenden, dasz auch die konkommittierenden Stellungen der Augen (HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung bei der Rollung und konjugierte Deviation der Augen in der horizontalen Ebene bei der Manege) grundverschieden von einander sind, ebenso wie auch die jeweils zu einer Zwangsbewegung gehörigen Stellungen des Rumpfes und der Extremitäten.

Auf die Schwierigkeiten der Analyse beim Menschen werden wir später zurückkommen.

KAPITEL 23.

EINLEITUNG ZUR BESPRECHUNG DER BEIM MENSCHEN ZU BEOBACHTENDEN ZWANGSBEWEGUNGEN, ZWANGSSTELLUNGEN, BLICKKRÄMPFE UND VERWANDTEN ERSCHEINUNGEN IN DER FRONTALEN UND HORIZONTALEN EBENE, SOWEIT SIE ZUR SOGENANNTEN FRONTALEN ATAXIE BEZIEHUNG HABEN.

§ 1. *Geschichtliches.*

Wenn man die hinter uns liegende Periode eines hundertjährigen Studiums der Zwangsbewegungen beim Menschen übersieht, kann man unschwer darin drei verschiedene Zeitabschnitte erkennen, in welchen jedesmal ganz verschiedene Fragestellungen zum Studium der Zwangsbewegungen führten. In den ersten drei Jahrzehnten waren es wohl nur Physiologen, denen eine so merkwürdige Gruppe von Erscheinungen bei allen Tierklassen auffallen muszte. Nur eine entfernte Ähnlichkeit mit den Erscheinungen nach Verletzung der Bogengänge wurde dabei bemerkt. Übrigens war es vor allem MAGENDIES, SCHIFFS und BROWN SÉQUARDS Verdienst, auf die relative Ubiquität der Zwangsbewegungen — bes. auf deren Auftreten nach Verletzung weiter entfernter Regionen des zentralen Nervensystems

[1]) M. SCHIFF: Arch .f. Physiol. Heilk., 1846, S. 667.

— hingewiesen zu haben. MAGENDIE, SCHIFF, GOLTZ, STEINER, BECHTEREW, später BETHE, LOEB u.a. versuchten an niederen Tieren, die nach Verletzung der Zentralorgane auftretenden Zwangsbewegungen zu analysieren.

In der zweiten Periode versucht NOTHNAGEL den Begriff Zwangsbewegung im alten Sinne durchzusetzen, und zwar wird zum ersten Mal zwangsweises Fortlaufen, auf chemische Reizung des Corpus striatum hin, zu den Zwangsbewegungen gerechnet; auch Bewegungen in der vertikalen Ebene (nach oben, nach unten) werden mit den gewöhnlichen Zwangsbewegungen in Verbindung gebracht. PRÉVOST bezieht die Klinik in das Studium der Zwangsbewegungen ein. Seine Untersuchungen machen den Weg frei für WERNICKEs, BROADBENTs, SENATORs klinische Wertung der konjugierten Deviation von Kopf und Augen in der horizontalen Ebene. BECHTEREW erweitert die BROWN SÉQUARD'schen, HOGYIES'schen, die CYON'schen und EWALD'schen Beobachtungen über den Labyrintheinflusz.

Die letzte Periode, die vier Dezennien umfaszt, kann man mit Vorteil in zwei Abschnitte zerlegen. In der ersten Periode wird das physiologische Studium der Zwangsbewegungen, als nach der langen Erfahrung zweier Generationen unfruchtbar, von den Physiologen aufgegeben. Die Deutung der verwickelten Erscheinungen schien unmöglich. Dagegen führte die genauere neurologische Beobachtung der Groszhirnkranken den Kliniker immer tiefer in die mit den Zwangsbewegungen in Verbindung stehenden Probleme hinein und zwar durch BRUNS-OPPENHEIMs zunächst einigermaszen unsichere Feststellung des Bestehens einer Stirnhirnataxie. Die mangelnde Bekanntschaft der Kliniker mit den einschlägigen Forschungsergebnissen der Physiologen war wohl die Ursache, dasz diese Beobachtungen auf sich beruhen blieben und ohne Folgen. Die Einsicht, dasz die Frontalataxie hauptsächlich auf Verletzung supravestibulärer Bahnen und Zentren beruhe, konnte sich nicht durchsetzen, weil weder HELDs noch PROBSTs Untersuchungen genügten, um eine Erweiterung der Kenntnisse der supra-vestibulären Bahnen und Kerne anzubahnen. Die Epoche machenden Untersuchungen LUCIANIs über das Säugerkleinhirn verführten die Kliniker, in übertriebener Weise, ihre Stirnhirnbeobachtungen mit dem Cerebellum in Verbindung zu bringen. BRUCE, THOMAS, PROBST, V. GEHUCHTEN, KOHNSTAMM, KARPLUS und ECONOMO, BESTA fingen auf Grund ihrer Untersuchungen an, Zweifel an der Richtigkeit der LUCIANI'schen Folgerungen zu äuszern, namentlich auch auf Grund besserer anatomischer Kenntnisse über das Cerebellum.

In der letzten Periode wird auf der Grundlage der von EDINGER, CAYAL, DEJERINE, WALLENBERG, FLECHSIG, JOHNSTON, HERRICK, VOGT, KAPPERS, GOLDSTEIN und vielen anderen weiter vertieften anatomischen Kenntnisse der Hirnbahnen, bes. des Hirnstammes, das Studium der Zwangsbewegungen aufs neue aufgenommen, und es wurde die wichtige Rolle des H.L.B., der Commissurkerne und deren Verbindungen mit dem Pallidum klargelegt,

eine gründliche Revision des ganzen Problems der Stirnhirnataxie vorbereitet [1]); endgültig wurden, auf Grund absolut aseptischer Operationen, die bis jetzt dem Kleinhirn zugeschriebenen Zwangsbewegungen ausschlieszlich der Unterbrechung vestibulärer und supravestibulärer Elemente zur Last gelegt. Zu dieser Einstellung lieferten sicherlich auch die MAGNUS' und DE KLEYN'schen Untersuchungen wichtige Beiträge. Zu gleicher Zeit stellen PARINAUD, SPILLER, SPITZER auf dem Gebiete der Blicklähmungen neue Fragen; BIELSCHOWSKY, HOGYIES, NEUMANN, BARANY und BARTELS unternahmen immer weitergehendere Analysen der vestibulären Einflüsse auf die Augenbewegungen.

Schlieszlich wurde die neurologische Klinik durch das Auftreten des postencephalitischen Parkinsonismus direkt gezwungen, sich mit den supravestibulären Zwangsbewegungen eingehender zu beschäftigen. Wenn zuerst auch die Epigonen auf diesen Gebieten (u.a. MARINESCO, BARRÉ, WIMMER) zu Unrecht meinten, man könne ohne anatomisch-physiologische Grundlagen die Blickkrämpfe zum Teil als psychisch bedingte Zwangsbewegungen deuten, so erwacht doch neuerdings auch in diesen Kreisen (DRAGANESCO, SCHUSTER), aber auch in der vergleichend-neurologischen Pleiade Amerikas (PAPEZ, LANGWORTHY, COGHILL, BARTELMEZ, MORGAN, CROSBY, HUBER, LARSELL, HINES, u.a.) ein neues Interesse an diesen Problemen: hier fängt man auch an sich zu fragen, welche Forschungsergebnisse aus der Anatomie und Physiologie des Hirnstammes fruchtbringend für den Gebrauch der Klinik sein können.

Man ersieht aus dieser kurzgefaszten neueren Geschichte der cerebralen Zwangsbewegungen oder supra-vestibulären Syndrome, wie sprunghaft und wie wenig folgerichtig die klinische Neurologie bis jetzt vorgegangen ist. Wenn mancher Leser der vorangehenden Kapitel jetzt erwartet, dasz die Zeit da sei, in verschiedenen der Hirnlokalisation gewidmeten Abschnitten nachzuprüfen, was von den jetzigen anatomisch-physiologischen Resultaten für die Klinik zu verwenden sei, möchte ich ihn darauf hinweisen, dasz, bei einer so unsicheren Stellung der klinischen Neurologie unseren Problemen gegenüber, die Zeit für die Anwendung der anatomisch-physiologischen Ergebnisse nicht eher reif sein wird, als bis wir diese Ergebnisse an den vor uns liegenden gut fundierten Erfahrungen aus verwandten Gebieten der Anatomie und Physiologie, zum Teil auch der Klinik, geprüft und nachgeprüft haben. Denn demjenigen, der die Kliniker auf Grund anatomischer und physiologischer Befunde für eine neue Ansicht hinsichtlich der Lokalisation im Hirnstamm, über die sogen. Stirnhirnataxie gewinnen will, liegt es ob, seine Grundlagen sorgfältig mit Ergebnissen auf verwandten Gebieten zu vergleichen.

Deshalb schlage ich vor, in den nächsten Kapiteln an der Hand unserer jetzigen Vorstellungen von den supra-vestibulären Verbindungen und Funktionen diejenigen Untersuchungen und diejenigen Pro-

---

[1]) L. J. J. MUSKENS: Brain 1914, S. 415—419.

bleme, die ohne solche Vorkenntnis zu ihrer Zeit noch nicht lösungsreif waren, noch einmal zu prüfen. Erst nachdem wir an früheren anatomischen und physiologischen Arbeiten die neueren Ergebnisse erprobt haben, werden wir daran gehen, zu untersuchen, ob wir für die grundlegende neue Auffassung einiger wichtigen Erscheinungen wie der Frontalataxie, der verschiedenen Blicklähmungen, der Fallneigungen nach verschiedenen Richtungen, Blickkrämpfe usw. der Kritik standhaltendes Material vorbringen können. Hier ist es deshalb angebracht, uns die immerhin seltenen in der Literatur verzeichneten Fälle von Roll- und Manegebewegung beim Menschen, sowie auch Fälle von Stirnhirn- oder Striatumerkrankung mit Zwangsstellungen oder Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene ins Gedächtnis zurückzurufen. Die seltenen Fälle, welche anatomisch-pathologisch gut untersucht wurden, haben naturgemäsz für unsere Kontrolle doppelten Wert.

§ 2. Rollbewegungen und seitliche Fallneigung beim Menschen.

MEYNERT [1]) demonstrierte 1873 einen damals nicht zu lokalisierenden Fall (bei Mitralinsuffizienz), der Drehen um die Körperachse (im Bett) nach l. (in unserer auf vergleichend-physiologischer Grundlage begründeten Nomenklatur: nach r. Vergl. SS. 158, 167, 219) zeigte. Dazu r. VII Lähmung und Hemiplegie. Keine Autopsie. MEYNERT bietet keine Lokalisation, sondern erinnert allein daran, dasz im vorigen Jahrhundert STOLL die Rollung an eine Läsion des vorderen Brückenarms gebunden glaubte. Von unserem jetzigen Standpunkt kann kaum bezweifelt werden, dasz hier eine Erweichung im r. vestibulären Kerngebiet vorlag. FRIEDBERG [2]) publizierte einen Kranken mit roter Erweichung des l. Brückenwinkels, mit einer Rollbewegung, wobei der l. Arm über die Brust hinausgriff, d.h. Rollung nach l. (nach meiner Nomenklatur). Auch soll Manegebewegung nach l. beobachtet worden sein. Auch TÜRCK soll solche Fälle mit Rollung nach der gesunden Seite (in Bettlagerung nach meiner Nomenklatur: nach der kranken Seite) bei einseitiger Erkrankung der Oblongata gesehen haben.

MESCHEDES' Fälle sind an anderer Stelle [4]) angeführt worden.

Bei einem Affen beobachteten FERRIER und YEO [3]) nach Einstich mit einem Thermocauter in die ventralen Teile der l. Groszhirnhemisphäre fortwährendes Fallen nach r., d.h. nach der gesunden Seite. Obwohl sie genauestens die corticalen frontalen Verletzungen beschreiben, weil sie die Fallneigung in der Rinde zu lokalisieren geneigt sind, bemerken sie doch bei der Beschreibung der Autopsie, dasz „a portion of the head of the corpus striatum" verletzt war. Nach unseren jetzigen Ansichten ist gar kein Zweifel möglich, dasz die Autoren hier im vorderen Drittel des Globus pallidus den Teil verletzt hatten, der bei den Katzen als Ausfallserscheinung

---

[1]) MEYNERT: Anzeiger der KK. Gesellsch. der Ärtzte, Wien 1873.
[2]) FRIEDBERG: Loc. cit.
[3]) FERRIER und YEO: Philos. Transactions, V. 175, 1884, S. 749.
[4]) MUSKENS: Archiv f. Psychiatrie, 1934, Bd. 102, H. 2.

Rollung (bezw. Fallneigung) nach der gesunden Seite hervorruft, wie das in meiner Brain-Abhandlung 1914 ausgeführt wurde. GOLDSTEIN und PISANI haben ebenfalls die Fallneigung nach der gesunden Seite bei einseitigen supra-tentoriellen Tumoren bemerkt. Interessant ist, dasz die Autoren bei der Beschreibung ihrer weiteren Occipitalhirnverletzungen die Vermutung aussprechen, dasz das Fallen auf der partiellen Lähmung der beiden r. Extremitäten beruhe — ein jetzt überwundener Standpunkt.

Die Nomenklatur der Richtung der Rollbewegung macht schon bei den die Wirbelsäule horizontal hinter den Kopf tragenden Säugern grosze Schwierigkeiten (vergl. auch SERGI [1]). Denn sie ist verschieden je nachdem man vor oder hinter dem rollenden Tiere steht, ob man sich auf den Standpunkt des Tieres oder auf denjenigen des Beobachters stellt. Auch RUSSELL [2]) und THOMAS haben in dieser Hinsicht die bestehenden Unklarheiten nicht beseitigt (vergl. SS. 9, 115). Eine richtige vollständige Rollung ist beim Menschen, darüber soll man sich im klaren sein, infolge des aufrechten Ganges kaum je möglich; am ehesten ist seitliche Fallneigung zu erwarten, und zwar bei einer krankhaften Veränderung der vestibulären Gegend nach der kranken Seite. Die Erfahrung lehrt jedoch, wie wir sahen, dasz ab und zu bei vestibulärer Erkrankung als eine etwa atavistische Erscheinung das Phänomen der Rollung noch vorkommt. In diesem letzten Falle wird das konkomittierende Augenphänomen, die HERTWIG-MAGENDIE Schielstellung, ebenfalls als atavistische Erscheinung beobachtet. Ob es sich dabei eher mit Rollneigung als mit seitlicher Fallneigung vergesellschaftet, wäre zu untersuchen. Bei einem Herde des Thalamus und Corpus striatum kommt Rollen beim Menschen wohl nie vor, sondern ausschlieszlich Fallen nach der entgegengesetzten Seite.

THOMAS [3]) nimmt Bezug auf einen von SERRES und BELHOMME beschriebenen Fall von Rollen. Er beobachtete selbst einen solchen Fall bei einem Kranken mit Brückenwinkeltumor, und auch einmal bei einer Kriegsverletzung des l. Cerebellums. Der Kranke fiel nach l., wobei die r. Schulter nach hinten bewegt wurde, also Fallen nach der kranken Seite mit Neigung dabei nach l. (meine Nomenklatur) zu rollen. Interessant ist, dasz der Kranke, auf alle viere gestellt, die vollständige Schraubenstellung einnam wie ein Hund, der nach l. rollt. Als Ursache dieser Rollbewegung weist THOMAS auf „l'inégalité de l'état sthénique des muscles" hin. THOMAS und JUMENTIÉ beobachteten [4]) in einem Fall von Acusticustumor und vollständiger Vestibularisausschaltung sowohl Rollneigung nach l. (S. 641: „on amène l'épaule droite plus loin en arrière") als Manegezwangsstellung nach l. (d.h. Pleurothotonus), vollständig dasselbe also, was wir bei unseren Versuchstieren wahrnahmen (S. 99 und Brain 1914,

[1]) SERGI: Rev. di freniatria, XXIX, 1903, S. 125.
[2]) RUSSELL: Brit. Med. Jnl., 1897, I, S. 910.
[3]) THOMAS: Compt. Rendus de la Soc. Biol., V. 79, 1916, S. 53.
[4]) THOMAS und JUMENTIÉ: Rev. Neur., 1915, S. 641.

S. 376). Sehr richtig beobachteten sie den Patienten beim Gehen auf allen vieren. Aber auch Zwangsstellung und Fallneigung nach hinten war vorhanden, wahrscheinlich infolge des auf den Dachkern ausgeübten Druckes. Statt zur Annahme einer mystischen Asthenie kann der gut beobachtete Fall zur Überzeugung führen, 1. dasz hier physiologische und pathologische Beobachtung einander völlig decken, 2. dasz man ohne ein richtiges Verständnis der ersteren niemals die letztere richtig wird deuten können.

Nachdem GERSTMANN [1]) bei einem nicht autoptisch untersuchten Fall die bei den Tieren von uns regelmäszig gefundene Kombination von Fallneigung nach l. mit Uhrzeigerbewegung nach r. bei rechtsseitiger Stirnhirn-(d.h. Striatum-)läsion festgestellt hatte, beschrieb er später 5 Fälle von einseitigen Frontalschüssen. Der Autor, dem meine Arbeit vom Jahre 1914 entgangen war, bemerkt selbst nicht, dasz die Fallneigung in allen 5 Fällen zur gesunden Seite gerichtet war. Keiner, der meinen diesbezüglichen Ausführungen aus den Jahren 1914 und 1922 gefolgt hat, wird wohl Zweifel hegen, dasz hier der vordere Teil des Globus pallidus in die Erweichung einbezogen war. In der letzten Zeit haben SCHILDER [2]) und HOFF, ROTHFELD [3]) und FALKIEWITZ [4]) verschiedene Hirntumorkrankenen beschrieben die Kopfdrehung, Flankengang, Dorsalstreckung des Kopfes zeigten. Bereits früher hatte BECHTEREW [5]) sich gefragt, warum denn nicht die Rollbewegung auch cortical lokalisiert sein könne (vergl. S. 221). Die Autoren erwähnen die von SIMONS bei Hemiplegikern, von GOLDSTEIN und RIESE auch bei normalen Personen beschriebene Abhängigkeit der Stellung des Kopfe von gewissen Bewegungen der Extremitäten, während FISCHER und WODAK die Kopfstellung unter gewissen Umständen als von der Rumpfstellung abhängig nachgewiesen haben, womit sie das Phänomen beschrieben, das ich „Pars pro toto" genannt habe. Ein Fall von FALKIEWITZ und ROTHFELD ist von Interesse, weil hier *beide* Globi pallidi von der Erkrankung betroffen waren, r. > l., wodurch Rollen nach l. (d.h. bei Rückenlage: nach r.) bedingt war. Die Gegend des Nucl. ruber war normal. In einem Fall HOFFs und SCHILDERs mit Fallen nach r. hinten wurde ein Gliom der l. Supramarginalgegend, das wahrscheinlich das Corpus striatum mit betroffen hatte, gefunden, womit der Fall als übereinstimmend mit der von mir 1914 aufgestellten Regel: Fallen nach r. bei supratentorieller Erkrankung bedeutet Mitbetroffensein des l. Corpus striatum und namentlich des Globus pallidus, gedeutet werden kann. In der Kasuistik stöszt man auf Schritt und Tritt auf Fälle, bei welchen Schädigung des Pallidums mit Fallneigung nach der gesunden Seite einherging. In anderen Fällen trifft man das Symptom

---

1) GERSTMANN: Archiv f. Psych., 76, 1926, S. 635 und Monatschr. f. Psych., 1916, S. 356.

2) SCHILDER und HOFF: Gesamte N. und Ps., 96, 1925.

3) ROTHFELD: Gesamte Neur. u. Psych., 107, 1927.

4) FALKIEWITZ: Nervenheilk., 83, 1923.

5) BECHTEREW: Virchows Archiv, 101, 1885, S. 487.

dort, wo die Verbindungen des Pallidums mit dem Nuc. interstitialis oder dieser selbst (v. BOGAERT und BERTRAND [1]) geschädigt waren.

Alles in allem: den sonstigen anatomisch-physiologischen und klinischen Erfahrungen gegenüber, scheint mir das Auftreten einer Roll- und Manegebewegung nicht mehr auf corticale Herde bezogen werden zu können.

Weiter ist von SARBO [2]) das Fallen nach hinten als Hyptokinese beschrieben worden. PANDY [3]) will das Symptom nicht als Ataxie, sondern als Folge der Bradykinese (zu langsam einsetzende willkürliche Bewegung) deuten. Obwohl er auf das Striatum hinweist, glaubt er, dasz das Symptom, wohl zu Unrecht, an die Capsula interna gebunden ist.

Mitunter scheinen Fälle zur Beobachtung zu kommen, bei denen die subjektive Empfindung von „gedreht zu werden" in den Vordergrund tritt. FEUCHTWANGERs Kranke [4]) empfand „eine phänomenale Verschiebung der Körperrichtung gegen den Auszenraum."

KAPITEL 24.

ZWANGSBEWEGUNGEN UND POSTURALE ABWEICHUNGEN IN DER VERTIKALEN EBENE BEIM MENSCHEN UND BEI DEN TIEREN.

§ 1. Einleitung.

Der Gang unserer Untersuchung war bis jetzt folgender: Erstens haben wir im Anschlusz an frühere und neuere Untersuchungen eine Analyse der altbekannten Zwangsbewegungsformen, Manegebewegung und Rollbewegung bei niederen und höheren Tieren durchgeführt und diese Analyse anatomisch in der Weise begründet, dasz wir die im H.L.B. aufsteigenden Verbindungen der vestibulären Kerne mit den diese Zwangsbewegungen kontrollierenden Bahnen in Verbindung brachten, ferner das Verhältnis letzterer zu der hinteren Commissur festzustellen suchen. Schlieszlich deckten wir, mit Hilfe der anatomisch-physiologischen Methode, die die Commissurkerne mit dem Palaeostriatum (Globus pallidus) verbindenden Bahnen auf, deren Durchschneidung ebenfalls diese beiden längst bekannten Zwangsbewegungen verursachte. Bei dieser Untersuchungsreihe hat sich immer klarer herausgestellt, dasz das Experiment, und zwar bei allen Tiergattungen, auch das Vorkommen von Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene nach vorn, unten und rückwärts sicher stellte. Da die Erfahrung lehrte, dasz bei den üblichen Versuchstieren infolge besonderer Umstände diese wichtigen Formen der Zwangsbewegungen immer nur flüchtig

---

[1]) v. BOGAERT und BERTRAND: Rev. Neur., 1932, I, S. 45.
[2]) SARBO: Loc. cit.
[3]) PANDY: Monatschr. f. Psych., Bd. 55, 1924, S. 105.
[4]) FEUCHTWANGER: Arch. f. Psychiatrie, Bd. 100, 1933, S. 450.

und unvollständig zur Beobachtung kamen, sahen wir uns vor die Notwendigkeit gestellt, bei denjenigen Tierformen (Vögel), bei welchen diese vertikalen Zwangsbewegungen am besten studiert werden können, eine besondere Untersuchung zu veranstalten [1]), in deren Folge die mutmaszliche Bedeutung der unteren Olive als juxta-vestibulären Organs, und zwar als ein solches mit besonderer Funktion für die vertikalen Zwangsbewegungen, ausführlich nachgeprüft wurde. Die einschlägigen klinischen Beobachtungen an menschlichen Oliven und deren aufsteigenden Haubenbahnen schienen mit den im Experiment gewonnenen Ansichten in Übereinstimmung, zum mindesten nicht im Widerspruch zu stehen.[2])

Es erhebt sich jetzt folgerichtig die Frage, ob denn auch bei anderen Herden als denjenigen in den Oliven und ihren Verbindungen, Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene beobachtet worden sind. Als unser weiter gestecktes Ziel sehen wir die Aufgabe, auch für diese Art Zwangsbewegungen ihre Verbindung mit der Augenbewegungen und ihre Bedeutung für die der Lokomotion dienenden Bahnen klarzulegen. Ist es doch a posteriori deutlich, dasz von einer gut fundierten Lehre der sogenannten frontalen Ataxie erst dann die Rede sein kann, wenn nicht nur das frontale und horizontale, sondern auch das wichtige vertikale Element in den Symptomen gedeutet, mit anderen Worten jedem dieser drei Elemente der ihm zukommende Platz angewiesen ist.

Während Zwangsbewegungen und verwandte Erscheinungen in der horizontalen Fläche (Manegebewegung, laterale konjugierte Deviation von Kopf und Augen, lateraler Nystagmus) wohl kaum als ataktische Symptome gedeutet werden, und dies auch bei den mit Zwangsbewegungen in der frontalen Ebene (Rollbewegungen, Fallneigung zur Seite, HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung und rotatorischer Nystagmus) einhergehenden Abweichungen nur in beschränktem Masze der Fall ist, rufen die Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene (vorn-, hintenüberfallen, antero-posteriores Schwanken und Astasie-Abasie) viel mehr den Eindruck hochgradiger Ataxie hervor. Wir werden deshalb mit besonderem Interesse die einschlägigen Beobachtungen untersuchen, welche unsere Vorgänger sowohl am Experimentiertisch wie am Krankenbett gemacht haben.

§ 2. Physiologische Beobachtungen über Zwangsbewegungen und sonstige „ataktische" Erscheinungen nach Verletzung des Striatums, sowohl hinsichtlich der Lokomotion als der Augenbewegungen.

Während NOTHNAGEL mittels Chromsäure-Injektion in den „vorderen lateralen Bezirk des Vorderhirns" des Kaninchens auf 1½ cm Tiefe, wobei zweifellos das Corpus lentiforme getroffen wurde, eine kurz-

[1]) Journal Comp. Neurol., Bd. 48, 1929, S. 246—292 und Bd. 50, 1930, S. 284—331; Kurzer Auszug, S. 59—61 dieses Werkes.

[2]) Ausführlich Anat. Anzeiger, 77, 1934, S. 369—408. Kurzer Auszug, S. 129—139 dieses Werkes.

dauernde Manegebewegung nach der gesunden Seite (wohl Reizungs-Erfolg!) und längere Manegebewegung, mit Krümmung der Wirbelsäule, nach der kranken Seite (wohl Ausfallserscheinung!) feststellte, erzielte er nach scharf lokalisierter Injektion innerhalb des Nuc. caudatus schnelles Fortlaufen mit richtiger Umgehung der im Wege stehenden Gegenstände. Sollen diese Symptome auftreten, so musz ein bestimmter in der Mitte des Nuc. caudatus liegender Punkt (Nodus cursorius NOTHNAGELS) ganz isoliert getroffen werden; eine ausgedehntere Injektion erzeugt dieses Syndrom nicht mehr. Angesichts der vorangehenden MAGENDIE'schen Beobachtung — nach Abtragung beider Corpara striata: Retropulsion; dagegen nach reizender Injektion: Davonlaufen, eine Angabe, welche von SCHIFF bestätigt, von anderen Physiologen in Abrede gestellt wurde — konnte jedoch NOTHNAGELS Versuch kaum Verwunderung erregen. MAGENDIE hatte die Idee gehabt, im Striatum liege ein Zentrum für das Vorwärtslaufen, im Cerebellum ein solches für das Rückwärtslaufen.

Ein tieferes Eingehen auf die anatomischen Verhältnisse seines Nodus cursorius unterläszt NOTHNAGEL; er meint nur, dasz man später wohl entdecken werde, welchen Bahnknotenpunkt man hier getroffen hätte. Wenn man, an der Hand der Beschreibung NOTHNAGELS, Kaninchenhirndurchschnitte (z.B. WINKLER-POTTERS Atlas) als Vergleichsobjekt studiert, so kann man m.A.n. nicht mit Sicherheit ausschlieszen, dasz die zentrale graue Substanz nicht in die Injektionszone fällt. Die wichtige Frage, ob wir es bei den MAGENDIE-NOTHNAGEL'schen Versuchen mit einer Reiz- oder einer Ausfallserscheinung zu tun haben, wird ebenfalls in den Arbeiten dieser Pioniere nicht erörtert. Aus dem Umstand, dasz beim weiteren Vorschieben der Nadel in den lateralen Teil des Thalamus Manegebewegung nach der anderen Seite wahrgenommen wird, können wir mit gröszter Wahrscheinlichkeit schlieszen, dasz wir es hier mit einer Reizwirkung zu tun haben. Denn sonst würde eine Unterbrechung der Thalamus-Pallidum-Verbindungen Manegebewegung nach der kranken Seite zu Folge haben (vergl. S. 103 und BRAIN 1914, S. 404). Übrigens hat auch die faradische Reizung dieser Stelle durch MINOR und FERRIER die Entstehung einer nach der gesunden Seite gerichteten Manegestellung durch Reizwirkung dargetan. Später hat FOURNIÉ solche Injektionsversuche in anderen Teilen des Striatums (und zwar mit Zinkchlorid) am Hunde wiederholt, wobei auch Galoppspringen, aber nach hinten, erfolgte. CARVILLE und DURETS [1]) Kritik dieser Beobachtungen wollte diesen Effekt auf die Reizung der Capsula interna beziehen, was für eine Zeit begreiflich ist, in der man noch den Pyramidenbahnen eine Funktion für die Fortbewegung zusprach, Als Folge von Injektionen in den Nuc. caudatus notierten diese Untersucher stärkeren Opisthotonus; je ausgedehnter der Nuc. caudatus getroffen wurde, desto stärkere Ataxie beobachteten sie. Sie prüften NOTHNAGELS Versuch nach und stellten im Gegenteil beim

[1]) CARVILLE und DURET: Arch. de physiol., 1875, S. 352.

Hund „Unmöglichkeit zu laufen" fest, wo NOTHNAGEL Laufzwang gefunden hatte. Wenn wir retrospektiv, jetzt 1934, vom Standpunkte unserer heutigen Ansichten, über die Verbindungen des Neostriatums mit dem zentralen Grau und den zentralen Haubenbahnen urteilen, dürfen wir annehmen, dasz wohl beide in gleichem Masze Recht haben. Denn auf Grund der anatomisch-physiologischen Beobachtungen müssen wir annehmen, dasz die neostriären Verbindungen für die Fallneigung nach vorn und hinten nahe zusammen liegen (SS. 131 dieses Werkes und Arch. f. Psych., Bd. 102, 1934, S. 590).

In seinen Versuchen mit Abtragung groszer Hirnteile stellt GOLTZ fast in allen Fällen Manegebewegung nach der kranken Seite und oft Propulsion fest. Die Existenz eines Nodus cursorius wurde in der Folge von ARONSOHN[1]) und HALE WHITE[2]) bestätigt. MOSSE[3]) gelang der Nachweis nicht. Der von GOLTZ, LUCIANI, RIJNBERK und POLIMANTI nach Vorderhirnverletzung beschriebene „Hahnentritt" entspricht m.A.n. einer gewissen Neigung zum Aufbäumen und soll unter die supra-vestibulären Störungen in der vertikalen Ebene klassifiziert werden. Das Gleiche gilt für das Zwangsfortlaufen NOTHNAGELs und auch für die bei einem der SCHÜLLER'schen Hunde nach Verletzung des Caudatums beobachtete „Neigung auf den hinteren Extremitäten zu laufen". Um Unterschiede in der Form der Ataxie nach Stirnhirn- und nach Kleinhirnabtragung festzustellen, hat POLIMANTI [4]) eine Untersuchung vorgenommen und u.a. diese Operationen vielfach kombiniert. Aus seinen Ergebnissen ist für unseren Zweck wenig Nutzen zu ziehen. Nur ist seine Bemerkung nicht ohne Interesse, dasz nach seinen Versuchen die Vorderhirnataxie die cerebelläre Ataxie überwiege, denn bei verschiedenen Kombinationen sieht er seine Versuchstiere nach der gesunden Seite fallen (Vorderhirnsymptom) und nicht nach der kranken Kleinhirnseite.

Was sonstige Störungen nach ähnlichen Versuchen betrifft, so haben GOLTZ, MUNK und ARONSOHN Freszstörungen, selbst nach bloszem Einstich mit einer Nadel in die Gegend der „Corpora striata", wahrgenommen. Faradische Reizung am Gyrus frontalis inferior ergab nach FERRIER Öffnen des Mundes und Zurückziehen des Kopfes. SPENCER und BEYERMANN [5]) fanden nach Reizung dieser Teile einen verstärkenden Einflusz auf die Atmung und Schnüffeln, wenn lateral vom Olfactorius gereizt wurde.

Während VULPIAN ebenso wie LONGET und später BECHTEREW, den Nuc. caudatus mechanisch und faradisch unerregbar fanden, sahen ZIEHEN [6]) und PRUS [7]) auszer klonischen Krämpfen Laufbewegungen.

---

[1]) AROHNSON: Pflügers Arch., 37, 1855, S. 332 und 625.
[2]) HALE WHITE: Brit. Med. Jnl., 18 July, 1891.
[3]) MOSSE: Arch. f. Exp. Pathol. und Pharm., 1891.
[4]) POLIMANTI: Arch. f. (An. u.) Physiol., 1909, S. 129.
[5]) BEYERMANN: Inaug. Diss., Amsterdam 1900.
[6]) ZIEHEN: Arch. f. Psych., Bd. 21.
[7]) PRUS: Wiener Klin. Wochenschr., 1899, S. 1199.

PRUS macht die für diese Phase der Erkenntnis sehr treffende Bemerkung: „die Pyramidenbahn habe nichts mit dem Laufgeschäft zu tun, denn man sehe Laufbewegungen nach Durchschneidung beider Pyramidenbahnen".

Ähnlich urteilen später KARPLUS und KREIDL [1]), die richtig beobachten, dasz nach verschiedenen Hemisphärenabtragungen wohl die Motilität von Arm und Bein, nicht jedoch die des Kopfes gestört ist.

Obwohl gegen die faradische Reizung der tieferen Groszhirnteile schwere Bedenken in Hinsicht auf die immer unsichere Lokalisation bestehen, so soll doch daran erinnert werden, dasz ADAMUK und PRUS bei Reizung der nahe der Mittellinie gelegenen Abschnitte namentlich vertikale Augenbewegungen notierten, wobei es dahingestellt bleibt, ob die Reizung nur das Mittelhirn und das zentrale Grau oder auch das Neostriatum getroffen hat. ZIEHEN sah die Tiere dabei sich aufbäumen und vorwärts laufen, was er der Reizung des Thalamus zuschreibt. Auch wurden posturale Effekte erzielt, nämlich Zwangsstellung nach unten, welche auch bei Reizung der Corp. quadrigemina posteriora des Kaninchens (Hebung des Hinterkörpers, Senkung des Vorderkörpers) beobachtet wurde. Dasselbe, Haltung des Kopfes nach unten, sah LO MONACO [2]) bei seinem Hunde, bei welchem er, nach Einschnitt in den Balken, die Innenwand des Thalamus (zentrales Grau) verletzt hatte.

In diese Phase fällt auch die an anderer Stelle (SS. 173 und 321) behandelte Diskussion MUNK-ROTHMANNs über die angeblichen „Rumpfzentren" im Stirnhirn. Auch wollen wir hier nur an SCHÜLLERs Feststellung der Erschwerung des Flankenganges nach r. erinnern, die auftrat, wenn das r. Stirnhirn beim Hunde abgetragen, aber auch dann, wenn das Caudatum entfernt worden war.[3]) In diesem Zusammenhang ist LOEBs Beobachtung von Interesse [4]), dasz nach beiderseitiger Stirnhirnabtragung beim Hund das Tier schnell fortlaufe, „driven by mad impulse". Von den späteren physiologischen Untersuchungen müssen hier die vielfach einander widersprechenden Beobachtungen über den Einflusz der Vorderhirnabtragungen auf die Enthirnungsstarre, sowie auch auf die Tonusverhältnisse der Extremitäten erwähnt werden. Wenngleich sorgfältige Beobachter nach halbseitiger Abtragung einen gleichseitigen, und andere einen gekreuzten Einflusz beschreiben, müssen wir annehmen, dasz entweder dieser etwas nebelhafte Einflusz von kleinen Unterschieden in der Technik abhängig ist, oder aber dasz das Urteil der Autoren über die Starre selbst grundverschieden sein musz. Wenn WARNER und OLMSTED und KING Hypertonus im gekreuzten Arm und Bein, dagegen SHERRINGTON Steifheit der gleichseitigen Extremitäten, weiter BAZET und PENFIELD und LANGWORTHY wieder andere Tonusverhältnisse beobachten, dann folgt daraus, dasz wir besser entweder die Sache dahingestellt

---

1) KARPLUS und KREIDL: Arch. f. (Anat. u.) Physiol., 1914, S. 160.
2) LO MONACO: Rivista di patologia nervosa, 1897, S. 358.
3) SCHÜLLER: Jahrbücher f. Psych., Bd. 23, 1903, S. 372.
4) LOEB: Forced Movements, 1918, S. 41.

sein und die Beschreibungsmethode überhaupt als ungeeignet beiseite lassen sollten, oder aber dasz wir versuchen müssen an der Hand von genauen Sektionsbefunden die Unterschiede zu erklären.[1]) Eine nicht zu unterschätzende Schwierigkeit ist dadurch entstanden, dasz in der letzten Zeit unter den Physiologen die Gewohnheit sich eingebürgert hat, zu notieren: „Tonus der Extremitäten erhöht", oder „herabgesetzt", statt einfach zu berichten: das Tier zeigt unter solchen Umständen solche Besonderheiten. Solche vorzeitigen Interpretationen der Beobachtungen können das Verständnis der verwickelten Vorgänge nur erschweren. Nicht zu Unrecht hat SHERRINGTON auf dem Berner Kongresz 1932 den vielen über Muskeltonus Vortragenden vorgehalten, dasz wir schlieszlich nicht genau wissen, was wir mit dem Wort wollen.

Bemerkenswert ist schlieszlich GIRNDTs Bemerkung, dasz bei Mittelhirndurchschneidung die allgemeine Einstellung eine opisthotonische, nach Thalamusverletzung eine emprosthotonische ist, sowie LANGWORTHYs Beobachtung, dasz die Lokomotion stärker beeinträchtigt erscheint nach Verletzung der praefrontalen Teile als nach Schädigung des faradisch reizbaren motorischen Areals.[2]) Man kann sich denn auch ganz seiner Ansicht anschlieszen, wenn er sagt: „the efferent pathways for the frontal parts of the brain are not clearly understood". Man kann ihm aber nicht zustimmen, wenn er zur Erklärung der Enthirnungsstarre wieder auf die frühere Ansicht zurückkommt, der Ausfall der corticalen Hemmung sei die Hauptsache. Denn es ist zur Genüge durch meinen Fall 241 [3]) bewiesen, dasz die Pyramidenbahnen bei maximaler Enthirnungsstarre unberührt sein können. Im allgemeinen musz aber zugegeben werden: wie bei der Deutung der Ergebnisse nach Stirnhirnexperimenten wenig auf eine etwa vorhandene gleichzeitige Reizung oder Verletzung des Striatums geachtet wurde; ähnlich beachtete man mutatis mutandis bei Versuchen am Striatum nicht genügend etwaige Störungen anderer Nachbargebilde. In der Tat ist die Differenzierung der faradischen Reizwirkungen kaum möglich wegen der kaum je auszuschlieszenden Stromschleifen, während dazu jede Verletzung der Praefrontalhirns, den Gefäszverhältnissen zufolge, wohl immer auch gewisse Areale des Palaeostriatums in Mitleidenschaft zieht (vergl. SS. 122, 324 unten). Wenn deshalb MONAKOW auch nach Stirnhirnabtragung bei Affen Gleichgewichtsstörungen beobachtet, wenn BIANCHI am gleichen Tiere bemerkt, dasz eine einseitige Vorderhirnoperation Gang und Stand mehr gefährdet als ein doppelseitiger Eingriff, dann weisz man nie, ob dies auf den praefrontalen Cortex oder aber auf das Striatum zu beziehen ist. Schärfer sah schon LEWY [4]), der bei Affen beide Linsenkerne vernichtete und danach Neigung zu Pulsionen beobachtete.

---

[1]) GIRNDT: Pflügers Arch., Bd. 218, 1926.
[2]) LANGWORTHY: Bulletin of the John Hopkins Hospital, 1928, V, 42, S. 21.
[3]) MUSKENS: Jnl. of Physiol., V. 64, 1928, S. 303.
[4]) LEWY: Gesamte Neur. u. Ps., 70, 1921.

Zusammenfassung: Aus dieser kurzen Zusammenfassung der von den Physiologen gemachten Beobachtungen nach Verletzung des Striatums und des Vorderhirns ist zu behalten, dasz regelmäszig die Rede ist vom Drang zum Fortlaufen und Zurücklaufen; zum Aufbäumen und zum Emprosthotonus. Zu einem abschlieszenden Urteil über die Rolle des Vorderhirneinflusses auf die posturalen Verhältnisse hat man nicht kommen können.

Dasz man die Frage nicht klären konnte, welche Symptome auf den frontalen Cortex, welche auf das Striatum zurückzuführen sind, liegt wohl daran, dasz man das Vorkommen einer umschriebenen striären Gefäszstörung nach einer praefrontalen Läsion nicht genügend gewürdigt hat. Merkwürdig ist, dasz, obwohl die anatomisch-physiologischen Untersuchungen jetzt mit Sicherheit eine posturale und oculomotorische Funktion des Pallidums dargetan haben, weder nach Verletzung des Pallidums, noch nach derjenigen des Neostriatums Störungen der Augenbewegungen von den Physiologen gesehen worden sind, wahrscheinlich wohl, weil man den Muskeltonusverhältnissen mehr Aufmerksamkeit schenkte als den Augenbewegungen. Was die praefrontalen Abtragungen betrifft, so ist es FERRIER, der zuerst im Stirnhirn ein Zentrum für Augenbewegungen entdeckt zu haben glaubte, aufgefallen, dasz nach ausschlieszlich corticalen, auch ausgedehnten Verletzungen nie abnorme Augenmuskelinnervationen bemerkt wurden. Nichtsdestoweniger hat man von dieser Zeit an immer wiederholt, dasz sich in der Stirnhirnrinde ein Zentrum für Augenbewegungen befinde, ohne dasz man sich darum bemüht hätte auszuschlieszen, dasz der FERRIER-Effekt vielleicht von einer Reizung der tieferen Teile, ntl. des Globus pallidus, abhängig sei (vergl. S. 122). Ich brauche an dieser Stelle kaum daran zu erinnern, dasz die anatomischen Unsicherheiten (DEJERINE, VOGT und andere verneinten ja immer Faserverbindung zwischen Frontalhirn und Striatum) und auch der endlose Streit über den vorgeblichen hemmenden Einflusz des Cortex auf die Stammganglien (LIBERTINI, ODDI, POLIMANTI), sowie auch die von HAMMOND und GOWERS bis MINKOWSKI, KLEIST und WILSON sich hinziehende Diskussion über die corticale oder striäre Genese von experimenteller Chorea und Athetose, das ihrige dazu beitrugen, das Zustandekommen klarer Fragestellung auf diesem Gebiete zu verhindern.

§ 3. Klinische Beobachtungen über Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene, bei Erkrankung des Striatums, sowohl hinsichtlich der Lokomotion als der Augenbewegungen.

Nachdem die frühere Striatumdiskussion der Kliniker sich hauptsächlich um die Frage gedreht hatte, ob Chorea, Athetose und ähnliche Syndrome (THOMALLA, TARASEWITCH, BONHÖFFER) dem Striatum zugeschrieben werden müssen, hat der Anfang dieses Jahrhunderts in kurzer Zeit eine bemerkenswerte Ausdehnung dieser Diskussion gebracht. Zunächst haben JELGERSMA, MANSCHOT, WINKLER, später VOGT, F. H. LEWY, RAMSAY HUNT

u.a. die Bedeutung des Striatums für die Entwicklung der Paralysis agitans ins rechte Licht gerückt. Weiter brachte 1914 dasselbe Heft des Brain eine Abhandlung von WILSON einerseits, der Steifigkeit im weitesten Sinne und Tremor der Striatumerkrankung zuschrieb, und anderseits meine Arbeit, worin zuerst auf den Globus pallidus als supra-vestibuläres Zentrum hingewiesen wurde. Sicherlich haben die Ausführungen VOGTs und RIESEs zur Bestätigung des letzten Punktes beigetragen, während FÖRSTER unabhängig davon Pro- und Retropulsion als striäre Syndrome auffaszte. Der letztgenannte Autor betonte dazu, das Neostriatum sei ein dem Pallidum übergeordnetes Zentrum, ebenso wie das Stirnhirn der motorischen Hirnrinde übergeordnet sei. Gelegentlich wurde schon vorher in der klinischen Literatur die Bedeutung des Fallens nach hinten und des Zurückgehens bei Herden im Hirnstamm diskutiert, so z.B. von A. COMTE. Dieser Autor vermutete bereits 1900 einen supra-vestibulären Mechanismus.[1])

Die späteren klinischen Beobachtungen (POSTHUMUS MEYES [2]), URECHIA und ELEKES [3])), auch über Neostriatumherde (NIESL VON MAYENDORFF [4])) und SCHUSTERs Untersuchungen über die Wirkung gewisser Vergiftung (u.a. mit Kohlenoxyd — A. MAYER — und von Tieren mit Mangan [5])) haben im allgemeinen die Bedeutung der Schädigung des Striatums für die Entstehung von Chorea und Athetose bestätigen können; wenn auch von autoritativer Seite (SPILLER [6])) darauf hingewiesen wurde, dasz die choreatische Bewegung nicht ohne die cortico-spinale Bahn zustande kommen könne. Man kann sagen, dasz heute niemand mehr daran zweifelt, dasz dort, wo Paralysis agitans und Chorea besteht, Veränderungen im Palaeo- und Neostriatum ein gewöhnlicher Befund sind, wenn auch meistens durch andere Veränderungen kompliziert.

Ganz unabhängig von dieser Beobachtungsreihe sind die weiteren Untersuchungen über die supra-vestibuläre Bedeutung des Globus pallidus (S. 122) und des Neostriatums [7]). Hier bestand eine eigentümliche Diskrepanz, die darin gipfelt, dasz die klinische Beobachtung eine Reihe von Funktionen des Striatums ans Licht brachte, während die anatomisch-physiologischen Tatsachen für eine ganz andere Reihe von Funktionen zu sprechen schienen.

Hier hat zur rechten Zeit eine ganz neue Beobachtungsreihe, und zwar die klinische Beobachtung der postencephalitischen Erkrankungen, eingesetzt, um in eine vorher disparat aussehende, verwirrte Lage wenigstens teilweise eine Lösung zu bringen. Wenn ich mich aus äuszeren

---

1) A. COMTE: Paralysie pseudo-bulbaire, Paris 1900.
2) POSTHUMUS MEYES: Ges. Neur. u. Psych., 133, 1931, S. 6.
3) URECHIA und ELEKES: Arch. Internat. de Neurol., 44, 1925, S. 241.
4) NIESL V. MAYENDORFF: Monatschr. f. Psych., 74, 1930.
5) MELLA: Arch. of Neurol., 2, 1924. Auch TIEFENBACH, Ges. Neur. u. Ps., 71, 1921.
6) SPILLER: Arch. of Neur., 1920, S. 371.
7) MUSKENS: Arch. f. Psychiatrie, Bd. 102, 1934, S. Auszug S. 87 und 130.

Gründen in klinischer Hinsicht beschränke auf die Besprechung nur zweier Krankheitsbilder (Stirnhirnerkrankungen und zwar namentlich Tumoren und postencephalitischer Parkinsonismus), so schlieszt das keineswegs aus, dasz auch andere wichtige Krankheitsgruppen, Paralysis agitans, Chorea chronica, Pseudosclerosis und WILSONs Krankheit, ebenfalls vom Gesichtspunkte der neueren Erfahrungen über die supra-vestibulären Kerne und Bahnen systematisch nachgeprüft werden müssen. Erstens wird man bei einer gründlichen, auf anatomischer Grundlage fuszenden Untersuchung einzelner Fälle Gelegenheit haben nachzuprüfen, ob gewisse anatomisch-physiologisch festgestellte Einteilungen (z.B.: der vordere Teil des Globus pallidus ist supra-übergeordnetes Zentrum für Rollen und Fallen nach der *gesunden* Seite, der laterale Teil des Globus für die Manegebewegung und konjugierte Deviation von Kopf und Augen nach der *kranken* Seite) auch beim Menschen zu Recht bestehen. Zweitens wird eine pathologisch-anatomische Vertiefung unserer Kenntnisse dieser Bezirke auch dem Verständnis der noch sehr fraglichen Verbindungen des Striatums mit den substriären Gebilden (Roter Kern, Substantia nigra, LUYS'scher Körper) zugute kommen können (SPATZ, HALLERVORDEN). Auf Grund neuer Fälle von lenticulärer Dystonie oder Torsionsspasmus (URECHIA, MIHALESCU, ELEKES[1]) scheint sich herausstellen, dasz mit der Ausbreitung der Erkrankung in bestimmten Teilen des Neostriatums bestimmte Zwangsbewegungen zusammenhängen (die Torsion nach hinten und vorne hängt von verschieden lokalisierter Erkrankung des Caudatum-putamen ab) und dasz auch verschieden lokalisierte sekundäre Veränderungen in der zentralen grauen Substanz und in der unteren Olive damit einhergehen, wenn auch keineswegs immer die zentrale Haubenbahn deutliche anatomische Veränderungen aufweist.

Dasz regelmäszig in den als Pseudosklerose und GERSTMANN-SCHILDERsche Krankheit beschriebenen Fällen vertikale, posturale und Augenbewegungsstörungen auftreten, lehrt uns die kritische Arbeit SELETZKYs. Bei den Autopsien sei, neben dem Pallidum und Neostriatum, bes. auch der Commissurgegend die volle Aufmerksamkeit zu widmen.

Wenn bei *ein*seitigen Herden des Neostriatums Fallneigung nach hinten nicht so selten zur Beobachtung kommt, scheint das Symptom *doppel*seitigen Herd zu einem richtigen Opisthotenus Anlasz geben zu können.[2])

§ 4. Klinische Beobachtung der Zwangsbewegungen und Zwangsstellungen in der vertikalen Ebene bei Hirntumoren.

Man kann ruhig sagen, dasz das Übersehen der Zwangsbewegungen in der Klinik sich nirgends schwerer gerächt hat als bei den posturalen Störungen in der vertikalen Ebene. Denn, während die mangelhafte Trennung der Roll- und Manegebewegung (sowie der konkommittierenden

---

1) ELEKES: Rev. Neur., 1925, II, S. 177.
2) DE VOS und DIVRY: Jnl. Belge de neurologie et de psych., 1933, S. 499.

Augenstellungen: konjugierter HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung und konjugierter Deviation in der horizontalen Ebene) wenigstens den exakten Beobachter nicht hinderte, sei es photographisch oder mittels genauer Beschreibung der jeweiligen Befunde, das Tatsächliche festzulegen und auf diese Weise Tatsachenmaterial für späteres Studium zu sammeln, bestand für die vertikalen Störungen die viel gröszere Schwierigkeit, dasz man dieselben überhaupt nicht kannte, und so notwendigerweise das Syndrom gänzlich übersehen muszte.

Man kann sich buchstäblich keinen Band der internationalen neurologischen Zeitschriften vorlegen lassen, worin man nicht, einmal darauf aufmerksam geworden, in mehreren kasuistischen Fällen — nicht nur von Stirnhirntumoren — einschlägige Anknüpfungspunte fände, und doch werden die betreffenden Symptome (Zwangsstellungen und -bewegungen aller Art) meistens nicht näher besprochen und noch weniger wird ihr diagnostischer Wert diskutiert.

Schlagen wir den zufällig vor uns liegenden Band 22 der Deutschen Zeitschrift für Nervenheilkunde auf, dann stoszen wir zunächst auf die zusammenfassende Besprechung der Hirnstammtumoren E. MÜLLERS. Da finden wir in Fall 1 BEAUCLAIRS (S. 396) ein groszes Rundzellensarkom im Mark des l. Stirnhirns bei einem Kranken, der in seiner Benommenkeit Kopf und Augen nach l. wandte. In Fall 3 und 4 finden wir nur während des, die gekreuzte Seite betreffenden, halbseitigen epileptischen Anfalls Kopf und Augen nach der krampfenden Seite gewandt. Wir erfahren nicht, weil der Autor für andere Zwecke auf die Fälle eingeht, ob wir es hier einfach mit der wohl cortical begründeten gewöhnlichen Kopfwendung zur krampfenden Seite zu tun haben, oder ob in Ruhe — und dann wohl als Pallidumsymptom — eine konjugierte Deviation zur Seite des Tumors bestand. S. 399 sehen wir, dasz der Autor sämtliche Phänomene auf die Annahme eines Kopf-Augenzentrums in der postfrontalen Region zurückführen zu können meint.

Im Gyrus marginalis nimmt er ein Zentrum für die Rumpfmuskulatur — nach HORSLEY und SCHÄFER — an und erwähnt nur solche Beobachtungen, in denen die „Spasmen" nicht Teilerscheinungen epileptischer Anfälle waren. Er referiert dabei über einen Kranken mit Gliosarkom ENGELS' von 6 cm Durchmesser im r. Stirnlappen, dessen Kopf nach hinten gezogen wurde; später Nackensteifigkeit. Dann ein Sarkom HEBOLDS, das von r. ausgehend in den l. Stirnlappen sich erstreckte: Kopf unverändert von den Unterlage ab nach vorn gebeugt, und ein frontales Fibrom MILLS, wobei sich der Kopf ins Kissen bohrte. Dann einen Fall RUNKEWITZ', in welchem der Kopf ruckweise nach hinten gezogen wurde, einmal einen ausgesprochenen Opisthotonus und ein Psammon WILLIAMSONS mit Attacken ohne vollständigen Bewusztseinsverlust, bei welchem der Kopf rückwärts gezogen wurde. In diesen Fällen diskutiert der Autor ausnahmslosweise die Lokalisation in dem motorischen Cortex, ohne einen Augenblick die doch immer mögliche Lokalisation in den Stammganglien zu erörtern.

Weiter treffen wir einen Fall AUERBACHS, bei dem die Basis beider Stirnlappen von einer Geschwulstmasse eingenommen war (S. 315), und die stark nach vorn gebeugte Haltung auffiel, bei welcher der Übergang in die aufrechte nur unter Schmerzen möglich war. Dieser Autor, sowie auch ZACHER, auf dessen gleichartigen Fall er hinweist (ein Tumor nahm den groszten Teil der beide Stirnhirne ein) — der betreffende Patient ZACHERs konnte „sich nur mit Unterstützung aufrecht erhalten und der Kopf fällt, ununterstützt, bald nach hinten über" [1]) — diskutiert nicht die Möglichkeit, dasz die striären Gebilde, die zweifellos in diesen Krankheitsprozesz einbezogen sind, etwas mit dem Phänomen zu tun haben könnten. Sie denken an Rumpfmuskelschwäche, an Stirnhirnreizung durch Steigerung des intra-craniellen Drucks. Schlieszlich treffen wir im gleichen Band den Fall BIELSCHOWSKY-SCHUSTER, bei welchem ein Tumor die zentralen Haubenbahnen beiderseits vernichtete und die hintere Commissur schwer schädigte; der Kranke taumelte; die vertikalen Bewegungen der Augen fehlten vollkommen.

Überschlagen wir 20 Jahre und nehmen Bd. 69 des Archivs für Psychiatrie zur Hand, so treffen wir BERGERs Kranken mit einem apfelgroszen Tumor in der r. Stirnhirngegend, der bei der ROMBERG'schen Prüfung sofort nach r. und hinten fiel. Die Fälle 2 und 7, bei welchen sicher das Stammganglion nicht vom Tumor befallen war, zeigten keine posturalen Störungen ebenso wie alle dort angeführten occipitalen Tumoren. Ein Kranker mit einem Tumor im l. Stirnhirn, der den Balken und die l. basalen Ganglien nach hinten drängte, liesz den Kopf anfallsweise nach hinten fallen (S. 9). Patient 9, dessen Nuc. caudatus r. (vorderer Teil) erkrankt war, fiel nach hinten und r. Diese letzte Beobachtung von Fallen nach der kranken Seite ist deshalb interessant, weil sie den Beweis zu liefern scheint (es waren mehrere Tumoren da), dasz ein derartig lokalisierter Tumor, — ev. durch ungleichmäszigen Druck auf die Commissura posterior oder auf den Hirnstamm selbst, — Fallneigung zur kranken Seite hervorrufen kann. Dieser Fall erinnert, was die Fallrichtung nach hinten betrifft, stark an B. PFEIFFERs [2]) viel reineren 6. Fall. Ein Kranker mit einem Frontaltumor von 5,5 $\times$ 4,15 cm Grösze „mit einer anschlieszenden Erweichungszone, die etwa bis zum vorderen Rande des Nuc. caudatus geht", fiel immer nach hinten. Auch PFEIFFERs Fall 26 (Pat. mit einem Schläfenlappentumor, der „dorsal bis an den Linsenkern reichte") und ein vergleichbarer Fall von PISANI [3]): Nr. 3 (der Patient zeigte antero-posteriore Schwankungen) und auch Nr. 9 hatten Fallneigung nach hinten. Interessant ist ein Beobachtung BERGERs (Eiteransammlung an der Area parolfactoria, der Quelle des basalen Riechbündels) mit Nackenstarre. Gröszere praefrontale Herde, bes. die median und nach

---

[1]) ZACHER: Neurologisches Zentralblatt, 1901, S. 1075.

[2]) PFEIFFER: Arch. f. Psych., Bd. 47, 1910, S. 573.

[3]) PISANI: Rivista Oto-neuro-ofthalmologica, III, 1926, S. 313.

hinten vordringen, erzeugen die schwereren psychischen Symptome (durch Balkenbeteiligung). Die BERGER'schen, sowie die PFEIFFER'schen und die PISANI'schen Publikationen, welche, soweit man urteilen kann, im allgemeinen mit meinen 1914 veröffentlichten Leitsätzen stimmen, lassen die Frage auftauchen, ob nicht in vielen Fällen das Striatum, wenn es auch nicht grob sichtbar in den Prozesz einbezogen ist, doch öfters in seiner Ernährung dermaszen geschädigt ist, dasz die vom Streifenkörper abhängigen Symptome schon unter dem Einflusz einer benachbarten organischen Affektion auftreten. Dieselbe Fragestellung drängt sich auch auf nach ARTOMS Erfahrungen. ARTOMS Beschreibung einer Anzahl von Schläfenlappentumoren (im gleichen Band) ist für uns in verschiedener Hinsicht von Interesse, bes. auch weil die anatomischen Befunde in vielen Fällen in sorgfältiger Weise wiedergegeben werden. Beim Vergleich der BERGER'schen Stirnhirn- und der ARTOM'schen Schläfenlappenfälle fällt auf, dasz — der Erwartung entsprechend — bei letzteren fast ohne Ausnahme die lateralen Teile des Stammganglions gelitten, haben, während bei BERGERS Fällen die vorderen Abschnitte (Caudatum, Putamen) im Mitleidenschaft gezogen wurden. Während in den letzteren mehr als in den BERGER'schen Fällen Symptome von seiten des Pallidums vorherrschen (inkomplette Blickparese der gesunden Seite, besser vollständige Blickzwangsstellung nach der Seite der Läsion, und Fallneigung nach der gesunden Seite), rufen dagegen die eigentlichen Stirnhirntumoren viel regelmäsziger die neostriären Symptome in der vertikalen Ebene hervor, Fallen und Kopfbeugung nach hinten und vorn, Retro- und Propulsion, ev. vertikales Vorbeizeigen und vertikale Blickparese. Nicht ohne Interesse ist, dasz SOUQUES und STEINBRÜGGE zur Erklärung dieser Erscheinungen die Möglichkeit einer Labyrinthstörung erörtern, die zu Recht von BRUNS und ARTOM in Abrede gestellt wird. KNAPP nahm sonderbarerweise an (wohl unter dem Einflusz der früheren Darlegungen MILLS und HORSLEYS), dasz der Schläfenlappen ein Gleichgewichtszentrum enthalte und dasz die ataktischen Phänomene dieser Art auf Erkrankung dieses Lappens beruhten.

Historisch ist es aufschluszreich, der klinischen Diskussion zu gedenken, die sich über die Deutung der konjugierten Deviation der Augen entwickelt hatte, einer Diskussion, die nur auf unvollständiger Kenntnis der althergebrachten physiologischen Beobachtungen und der doch schon längst von PRÉVOST festgestellten konjugierten Deviation bei schwerer Erkrankung des Striatums beruhen konnte. Wiederholt bestand die Tendenz, die Deviation entweder auf eine Schädigung der fraglichen corticalen Zentren für laterale Augenbewegungen zurückzuführen — was nach ARTOM in den Fällen STERNS, GLASOWS, LÖWENSTEINS und GIUFFINIS recht schwierig ist, weil eben der Tumor in einer weit entfernt von dem Gyr. angularis gelegenen Zone entstanden war (auszer in dem GIUFFINIS) — oder aber man wollte es auf die Beeinträchtigung (ev. durch Druck-

wirkung) der Brücke zurückführen, was doch in gewissen Fällen, wo der Druck auf den Hirnstamm ein geringer war, den Tatsachen Gewalt antun heiszt (Fall POGGIOS). Kurz, es würde aus historischen Rücksichten sich lohnen, wie mir scheint, die vielfachen Irrtümer zu sammeln, auf welche die klinische Diagnostik im Laufe der Zeit verfallen war, verfallen muszte, weil sie dem Studium der sekundären und tertiären vestibulären Bahnen keine Aufmerksamkeit schenkte.

Die Frage nach Entstehung der abnormen Kopfhaltungen und des asymmetrischen Nystagmus der Tumorkranken ist von unseren Gesichtspunkten aus anscheinend nicht so einfach zu beantworten. Wenn auch vielfach die abnormen Haltungen in grob vereinfachender Weise auf eine Schwäche der Flexoren oder Extensoren bezogen wurden, wird sich heute wohl kein Neurologe mit einer solchen Umschreibung der Beobachtung selbst zufrieden geben, ebensowenig wie mit CHOROSCHKOS Ansicht, dasz Bewegungsstörungen bei Verletzung des Stirnlappens nur beobachtet würden, wenn der Herd die zentralen Windungen mit hineingezogen hat. Vielfach sind diese Haltungen auch mit Kleinhirnsymptomen zusammen behandelt worden. Ein lange Diskussion liegt denn auch vor über die Frage, inwieweit ein Groszhirntumor das Kleinhirn beeinflussen kann (KAPLAN, MÖNCKEMÖLLER, GROSZ, LÖWENSTEIN). Wenn auch die gegen das Lebensende auftretenden posturalen Störungen auf schweren Hirndruck zurückgeführt werden könnten (etwa in STENVERS' Sinn als reflektorisch angenommene Haltung, damit der Liquorstrom unbehindert bleibe), so ist eine solche Deutung ganz und gar unzureichend für Fälle wie diejenigen PFEIFFERS, MINGAZZINIS und die in diesen Kapiteln referierten, bei welchen die abnorme Kopf- und Halsstellung als Frühsymptom auftrat. Und für die im allgemeinen ziemlich früh auftretende Fallneigung und die partiellen Blickparesen kommt weder die Druck-, noch die Liquorerhaltungstheorie in Frage.

Eine andere Gruppe von Beobachtern hat „die Kleinhirnsymptome" durch die auf die Brücke und die Pedunculi cerebri ausgeübte Kompression erklärt (THOMAS, LEVY VALENSI, BESSON, POGGIO, DE MASSARY, CHATELIN). Wenn es auch schwerlich geleugnet werden kann, dasz in einzelnen Fällen dieser Faktor eine Rolle spielt, wird man doch wohl nach den jetzigen Ausführungen zunächst eher an einen direkten Einflusz der Neubildung entweder auf das Neostriatum oder auf den Hirnstamm denken müssen. Glücklicherweise setzt uns das Studium der supra-vestibulären Bahnen jetzt in der Regel in den Stand, einen indirekten Einflusz auszuschlieszen.

Was den Nystagmus bei Striatumtumoren und -Herden betrifft, so ist die Ausbeute an beschriebenen Tumoren in der Literatur ziemlich dürftig. Man kann im allgemeinen sagen und zwar in Übereinstimmung mit den einschlägigen Erfahrungen über Hirnexstirpationsversuche bei Tieren, dasz ein asymmetrischer Nystagmus als ein Vorstadium der Blickzwangsstellung auftritt (Fall 1 HARES) und zwar mit dem langsamen Ruck nach

der Seite der später auftretenden Zwangsstellung, ein Verhalten, auf das auch KLESTADTs und ROTTERs Beobachtungen hinweisen.[1]) So kam FISCHER [2]) zu der Schluszfolgerung, dasz Vorbeizeigen und Fallen stets der Richtung des Nystagmus entgegengesetzt sind (von diesem Autor wird in Übereinstimmung mit den Ohrenärzten die Richtung des Nystagmus nach dem schnellen Ruck benannt). Nicht zu Unrecht haben ZIMMERMANN und TSCHERNICHEFF [3]) die Bemerkung gemacht, dasz nicht selten frontale und temporale Herde (bei welchen früh das Striatum in Mitleidenschaft gezogen wird) Vorbeizeigen aufwiesen. WODAKs [4]) Unterscheidung zwischen Vorbeizeigen durch supra-vestibuläre Störung und Drehschwindel, sowie MANNs Beobachtungen [5]) scheinen mir nicht genügend begründet, ebensowenig, dasz C. HOLT das Symptom des Vorbeizeigens auf die labyrinthäre Übererregbarkeit einer Seite zurückführt. Nicht umsonst nennt ERBEN das Vorbeizeigen bei Stirnhirnaffektion „mystisch anmutende Bewegungen". Das ganze Tonusproblem mit Einwärts- und Auswärtstonus musz m.A.n. auf Grund eines besseren Verständnisses der supra-vestibulären Bahnen einer erneuten Prüfung unterworfen werden. Auch STRUYCKENs Rotationsmessungen [6]) und DE KLEYNs und RADEMAKERs [7]) und GRAHEs Selbsttäuschungen und DEMETRIADES' und SPIEGELs Kompensationserscheinungen wären danach zu beurteilen. Dabei hätte man, wie SSASZ und PODMANICZKY [8]) zu beweisen scheinen, einer ausgesprochenen Kompensationsmöglichkeit bei Hirnverletzungen Rechnung zu tragen. Über Vorbeizeigen liegen wohl nicht genügende Erfahrungen vor, trotz BOSTROEMs, BLOHMKEs, REICHMANNs und KLEISTs Ausführungen: ein Vorbeizeigen im Sinne der bestehenden oder im Entstehen begriffenen Zwangsstellung wird man in der Regel erwarten können und zwar, nach meinen wie nach GOLDMANNs Erfahrungen, im Sinne der bestehenden Fallrichtung. Gänzlich in Übereinstimmung auch mit dem, was man erwarten kann, findet man bei Balkentumoren mit früher Beteiligung des Caudatums ziemlich regelmäszig Fallen nach hinten (SCHUPFER, ZINGERLE [9]) und POCNKZ [10]), MINGAZZINI [11]), HARTMANN [12]) u.a., ausnahmsweise nach vorn (HÖNIGER [13])). Ein aus-

---

[1]) KLESTADT und ROTTER: Arch. f. Psych., 84, 1928, S. 104.
[2]) FISCHER: Med. Klinik, 1922, S. 908.
[3]) ZIMMERMANN und TSCHERNICHEFF: Rev. Oto-neuro-opthalmol., VIII, 1931, S. 392.
[4]) WODAK: Monatschr. f. Ohrenheilk., 1925, S. 280.
[5]) MANN: Neurol. Zentralbl., 1912, S. 1356.
[6]) STRUYCKEN: Verhandl. Gesellsch. Deutsche Hals-, Nasen- und Ohrenärzte, V. 1925, S. 627.
[7]) DE KLEYN und RADEMAKER: Ned. Tijdschr. v. Geneesk., 1919, II, S. 642 u. 1045.
[8]) PODMANICZKY und SSASZ: Neurol. Zentralbl., 1917, S. 878.
[9]) ZINGERLE: Jahresb. f. Psych., 1900, S. 377.
[10]) PONCKZ: Rev. Neur., 1929, I, S. 658.
[11]) MINGAZZINI und POLIMANTI: Monatschr. f. Psych., 25, 1929.
[12]) HARTMANN: Monatschr. f. P., Bd. 28, 1907.
[13]) HÖNIGER: München. Med. Wochenschr., 1901, S. 711.

führliches Studium über das Vorbeizeigen verdanken wir SCHILDER [1]), der von GOLDSTEINS und WODAK und FISCHERS, sowie SCHALTENBRANDS einschlägigen Beobachtungen ausgeht, und diese zu deuten sucht als proprioceptive und labyrinthäre Reflexe. Mir will es scheinen, dasz die wechselseitige Beeinfluszbarkeit der Körperteile (Kopf und Arm und umgekehrt) und das Auftreten der Stellreflexe nach Pyramidenunterbrechung (SIMONS und WALSHE) nur verständlich sind vom Standpunkte unserer sechs Hauptzwangsstellungen. Es ist selbstverständlich (SS. 78, 111), dasz nach der Regel Pars pro toto, wenn man aktiv oder passiv eine Extremität in eine zu den Zwangsstellungen gehörende Stellung bringt, reflektorisch im selben Sinne die andren Extremitäten beeinfluszt werden. Nicht ohne Interesse dürfte es sein, an dieser Stelle daran zu erinnern, dasz JONES und FISCHER [2]) die Fallneigung betrachten als ein Vorbeiweisen des ganzen Körpers.

Viel seltener beobachtet man bei isolierten striären Herden und Tumoren nach vorn gebeugte Haltung, Fallen nach vorn und Propulsion wie bei BIELSCHOWSKYS Fall und bei HEBOLDS Patienten. Retropulsion wurde von FRAHM und BAONVILLE, LEIJ, TITECA [3]), sowie von PINES und SKLIARTSCHICK bei einem Stirnhirntumor gesehen.

Dasz das Problem der Stirnhirnataxie, bei welcher nach den obigen Erfahrungen die Störungen der supra-vestibulären Bahnen für die vertikale Ebene eine Hauptrolle spielen, keineswegs einer praktischen Bedeutung entbehrt, zeigt uns IKUTAROS [4]) Statistik, nach welcher in 6 Fällen von Stirnhirntumor bei nicht weniger als 4 irrtümlicherweise Kleinhirntumor diagnostiziert wurde. Die Ataxie betrachtet er mit SCHUSTER [5]) als durch Druck auf die umgebenden Teile verursacht; das abnorme Vorbeizeigen führt er — wohl zu Unrecht — auf ein Stauungslabyrinth zurück. Einem ähnlichen Gedankengang folgt CLARENCE HARE [6]), der das frühe Erscheinen eines „pressure cone" (das Einsinken der Tonsillenregion des Kleinhirns in das Foramen magnum wurde 1909 als Quelle diagnostischer Fehler beschrieben [7])) anschuldigt, wie vor ihm auch GRANT [8]). Während C. VINCENT [9]) echte Ataxie von Pseudoataxie zu unterscheiden sucht, wagt STRONG [10]) gar Funktionen in den „fronto-fugalen" Bahnen zu differenzieren, was angesichts der zur Zeit bestehenden Zweifel über die

---

1) SCHILDER: Jahrb. f. Psych., 45, 1927.

2) JONES und FISHER: Equilibrium and Vertigo, Philadelphia 1918.

3) BAONVILLE, LEIJ und TITECA: Jnl. de neur. belge, 1933, S. 488; wie zu erwarten bestand bei diesem das rechte Striatum schädigenden Tumor Fallneigung nach links.

4) IKATURO: Takagi Arb. Neur. Inst. Wien, 29, 1927, S. 312.

5) SCHUSTER: Ges. Neur. u. Psych., Bd. 77.

6) CLARENCE HARE: Bulletin Neurol. Inst. New-York, 1931, S. 534.

7) MUSKENS: Epilepsia, 1909, Bd. 1, S. 224.

8) GRANT: Arch. of Neurol., 1928.

9) C. VINCENT: Rev. Neurol., 1928, I, S. 801.

10) STRONG: Baileys Textb. of Histology, 1925.

sogen. fronto-pontinen Bahnen doch wohl zu weit gegangen sein dürfte.

Zu Anfang dieses Jahrhunderts wurden von verschiedenen Seiten Argumente angeführt, die BRUNS' ursprüngliche Annahme eines „Gleichgewichtszentrums" im Stirnhirn zu stützen schienen. In der deutschen Literatur findet man Andeutungen, dasz für die Analyse der frontalen Ataxie nicht nur der Ausfall von Funktionen, sondern auch Hemmungen wie Astasie, Abasie (O. VOGT, POHL [1]) und Enthemmungen (Pulsionen Chorea, Athetose) zu studieren seien (MINKOWSKI, LEWY, BOROWIECKI). In der französischen (BABINSKI und NAGEOTTE, L'HERMITTE, COENEN, v. BOGAERT, MARTIN) und amerikanischen (W. SPILLER, HUN) Literatur, wurden die Gangstörungen bei verschiedenen Affektionen der Stammganglien studiert, aber auch bemerkt, dasz Bahnausfall irgendwo im Hirnstamm, nach unten bis in die Oliven, solche Störungen hervorzurufen vermögen. DELMAS MARSALET betonte, dasz die frontale Ataxie keineswegs mit cerebellärer oder vestibulärer Ataxie zu identifizieren sei.

Bei allen vorher berücksichtigten sekundären, die Funktion des Striatums beeinträchtigenden Hirnherden aber sind zwei Tatsachen wichtig: 1. dasz Zwangsbewegungen nach hinten (verschiedentlich vertreten durch Neigung nach hinten zu fallen, Retropulsion, Kopfbewegung nach hinten und Nackenstarre) das Vorkommen von Zwangsbewegungen und Zwangshaltungen nach vorn überwiegen. Dies gilt namentlich für Herde, die das Caudatum, aber auch für solche, die den vorderen Teil des Balkens betreffen. Doch keineswegs wird diese Vorherrschaft der Zwangsbewegung nach hinten bei Tumoren vermiszt, die nur basale Teile (selbst das Pallidum) betreffen, u.a. beiden Tumorfällen GÜRTLERS [2], PURDON MARTINS [3], LÉPINES [4] u.a. Auch durch Vergiftung (CO.) hervorgerufene Striatumherde (ROY GRINKER [5]) zeigen dieses eigentümliche Verhalten. Weil auch bei den physiologischen Beobachtungen ein solches Überwiegen der Zwangsbewegung nach hinten, bei faradischer Reizung nach vorn (durch Verletzung nach hinten) auffiel, ist es kein Wunder, dasz schon MAGENDIE meinte, dasz im Striatum „eine Kraft", die nach vorn triebe, vorhanden sei. Auch DRESELs Beobachtungen an Hunden [6] sind so zu deuten.

2. Die Seltenheit der Beobachtung der gleichzeitigen Beschränkung der Blickbewegung nach oben und unten. Hierbei mag wohl eine Rolle gespielt haben, dasz man nicht wuszte, dasz eine solche Blickeinschränkung organisch zum Komplex der Zwangsbewegung nach hinten gehört [7], und dasz man es demzufolge unterliesz, daraufhin zu untersuchen. Ander-

---

1) POHL: Ges. Neur. u. Psych. Bd. 98, 1925, S. 407.
2) GÜRTLER: Nervenheilk., 76, 1923, S. 227.
3) PURDON MARTIN: Brit. Med. Jnl. 1928, I, S. 1079.
4) LÉPINE: Lyon Médicale, 9 Août, 1903.
5) ROY GRINKER: Gesamte Neur. u. P., Bd. 98, 1925, S. 433.
6) DRESEL: Klin. Wochenschr., 1924, S. 2283.
7) BARRÉ: (Rev. oto-neur.-opht., 1922, S. 5) hat darauf hingewiesen, dasz im Gegen-

seits liegen Erfahrungen vor, die zu beweisen scheinen, dasz nur Erkrankung *beider* Striata eine echte dauernde vertikale Blicklähmung hervorzurufen vermag (u.a. ALAJOUANINE und THÜREL).

Auf alle Fälle lehrt die klinische Erfahrung interessanterweise, dasz eine ähnliche Beobachtung beim Studium der postencephalitischen vertikalen Blickkrämpfe gemacht wird; es fällt uns da das sehr häufige Vorkommen der Blickkrämpfe nach oben, dagegen die Seltenheit der Blickkrämpfe nach unten auf (Blickzwangsstellungen verhalten sich gerade umgekehrt). Eine vollständige Lehre der einschlägigen Verhältnisse wird imstande sein, dieses eigentümliche Verhalten zu erklären. Wie wir an andrer Stelle ausführen (S. 275), hätte man hier zu denken an den gröszeren Umfang und die deshalb gröszere Verletzbarkeit des medialen grauen Kerns als supra-vestibulären Zentrums für die Augenbewegungen nach oben (deshalb öfter Blickzwangsstellung nach unten durch eine lähmende Noxe, öfter Blickkrämpfe nach oben durch reizende Noxe).

Was neuere Versuchsergebnisse betrifft, so scheint es keineswegs ausgeschlossen, dasz das Aufheben der Vorderpfoten bei den MINKOWSKI'schen Katzen [1]) nach lokaler Vernichtung des Putamens nichts anderes ist als was in meiner Nomenklatur Zwangsbewegung nach oben und hinten genannt wird, In anatomischer Beziehung soll daran erinnert werden, dasz MARIE und L'HERMITTE [2]) die Existenz cortico-striärer Bahnen feststellen zu können glaubten, die aber von WILSON, C. VOGT und POLLACK bestritten wurde. Wenn KODAMA [3]) bestimmte Veränderungen im Nuc. caudatus nach präfrontaler Verletzung fand und daraufhin sich ebenfalls zu der Existenz von cortico-caudatalen Verbindungen bekennt, müssen wir demgegenüber auf unsre Feststellung der in dem Striatum sich verbreitenden Endarterien aus der Art. cerebri anterior hinweisen (S. 324). Auf diese Weise wären sowohl die anatomischen Veränderungen im Striatum, als die Tatsache, dasz man nicht selten nach reiner präfrontaler Läsion Zwangsbewegungen beobachtet, zu erklären.

Die Hauptfrage nach den anatomischen Verbindungen zwischen Cortex und Striatum bleibt dabei, nach wie vor, offen.

Dasz das entgegengesetzte Verhalten (Zwangsbewegung nach vorn) doch nicht ganz vermiszt wird, erhellt schon aus obigen Daten und zeigt sich auch bei einer besonders darauf gerichteten Untersuchung der Lateratur.

§ 5. Zwangsbewegung und Zwangshaltung nach vorn bei Herden, die das Striatum beeinträchtigen.

Ältere Berichte über *Herde* der Stammganglien mit Zwangsstellung

---

satz zu den Kleinhirnstörungen für die vestibulären Störungen charakteristisch ist, dasz dieselben sämtlich von Impulsionen abhängig sind, und deshalb in der Richtung übereinstimmen.

[1]) MINKOWSKI: Loc. cit.

[2]) MARIE und L'HERMITTE: Revue Neur., 1912.

[3]) KODAMA: Schweizer Arch. f. Neur. u. Psych., H. 8, 1929.

des Körpers und der Augen nach vorn und nach hinten sind wiederholt gegeben worden.[1]) In HEBOLDs Fall [2]) (kleiner Herd im ventralen Abschnitt beider Putamina) bestand stark vornüber gebeugte Körperhaltung, wie auch RIGGs Patient [3]) mit Frontaltumor vornüber fiel. In BERGERs und PISANIs Fällen von ausgedehnten Stirnhirntumoren findet man — wie wir schon oben sahen (S. 345) — gelegentlich das Vornüberfallen notiert: in diesen Krankheitsgeschichten bekommt man aber öfters — das soll nicht übersehen werden — den Eindruck, als ob die Bemerkung „Romberg ausgesprochen" nicht selten die Angabe „Fallen nach vorn" verdeckte. Hat man doch überhaupt viel zu wenig in systematischer Weise auf die Fallrichtung geachtet, gar nicht zu sprechen von genauer Aufzeichnung. Auch spielt wohl dabei eine Rolle, dasz die Neigung vornüber zu fallen und Kopfneigung nach vorn gar nicht so sehr auffällig sind wie die entgegengesetzte Tendenz. Genauer angegeben findet man in SCHUSTERs Fall vom linken Frontaltumor: Kopf vornüber gebeugt, Propulsion und Einschränkung der Augenbewegungen nach oben und unten. Der Nuc. caudatus war vom Tumor stark nach hinten gedrückt. Eng mit der Propulsion verbunden erscheint wohl das „Symptom der kleinen Schritte" von BARRÉ und SUBIRANA [4]) als „Syndrome vestibulo-spinal" bei Frontaltumoren beschrieben, während C. VINCENT [5]) es auf die Hirndruckerhöhung bezieht, auf Grund der wohl nicht eindeutigen Beobachtung, dasz das Symptom (wie die sonstigen der frontalen Ataxie) durch Dekompression öfters verschwindet. VAN BOGAERT und MARTIN [6]) wollen das Symptom als „Gangapraxie" deuten. Es will mir vorkommen, dasz das „kleine Schritte machen" das so regelmäszig bei Paralysis agitans und Parkinsonismus zusammen mit vornüber gebeugter Haltung beobachtet wird, einfach als ein mit der Zwangsbewegung nach vorn einhergehendes Symptom (ebenso wie das Gehen auf den Fuszspitzen bei der Fallneigung nach hinten) zu betrachten ist. Als solches wird man es auch bei Erkrankungen der unteren Oliven und des Olivensystems, vor allem bei Unterbrechung der zentralen Haubenbahnen erwarten können. In BREZICKIs Mitteilung [7]) findet man einen Fall (S. 42) mit vorgebeugter Körperhaltung und dem Symptom des „kleine Schritte machen", wo ein Putamenherd vorlag. In solchen Fällen sollte man insbesondere auf Zellveränderungen in den unteren Oliven fahnden. Während deshalb die Zwangsbewegung nach vorn (Fallrichtung und Kopfbeugung nach vorn, Propulsion, kleine Schritte

---

[1]) KOTHS: Virchows Archiv, Bd. 67; HOBSON: Brain 1882, S. 534; ROSSOLIMO: Neurologisches Zentralbl., 1896, S. 622; SIEMERLING: Arch. f. Psych., Bd. 19, 1888, S. 402.

[2]) HEBOLD: Arch. f. Psych., Bd. 23, 1892, S. 450.

[3]) RIGG: Arch. of Neur., 1928, I, S. 1088.

[4]) BARRÉ und SUBIRANA: Encéphale, V. 26, 1931, S. 629.

[5]) C. VINCENT: Rev. Neur., 1911, II, S. 210.

[6]) V. BOGAERT und MARTIN: Rev. Neur., 1928, I, S. 553.

[7]) BRECZICKI: Arb. a. d. Neurol. Inst., Wien, Bd. 30, 1928.

machen) in Fällen grober Vernichtung des striären Gewebes eher eine *Ausnahme* bildet, finden wir in schroffem Gegensatz zu dieser Erfahrung das Gegenteil: ein *Vorherrschen* dieser Zwangsbewegung bei Paralysis agitans, postencephalitischem Parkinsonismus und bei der nach SPILLER [1]) mit diesen Systemerkrankungen verwandten Pseudosklerose und HUNTINGTONS Chorea bei der spastischen Pseudobulbarparalyse (BICKEL [2]), L'HERMITTE und der Athetosis progressiva.

Unter BOSTROEMS 25 Fällen von Pseudosklerose waren nur zwei Patienten mit normalen posturalen Verhältnissen. In der Regel ist der Rumpf vornüber gebeugt, zuweilen nach einer vorhergehenden kurzen Periode mit Fallneigung nach hinten. STRÜMPELLS [3]) erster Patient aber zeigte auszer Schwanken von vorn nach hinten Rumpfneigung nach hinten; sein zweiter Patient Nystagmus beim Blick nach rechts, sein dritter und vierter Rumpf- und Kopfbewegung nach vorn. Dieser Autor bringt nicht zu Unrecht in seinem amyostatischen Syndrom die Fixationsrigidität im Sinne der Beugung. Während STRÜMPELL die Wichtigkeit des Striatums für die Körperfixation bei den verschiedensten Handlungen betont, mangelt es ihm nicht an der Einsicht für die hervorragende Bedeutung des neostrio-olivären Systems für die Lokomotion des Menschen überhaupt.

Während schon DEJERINE die Beobachtung machte, dasz keineswegs in allen Fällen von Erkrankung des Nuc. lentiformis dieses Krankheitsbild entsteht, können wir — so meine ich — auf Grund der jetzt vorliegenden Erfahrung schlieszen, dasz es die besondre Art der Erkrankung, der langsame, allgemeine, systematische Untergang der striopetalen und striofugalen Bahnen, ist, welche zu diesem Syndrom der Zwangsbewegung nach vorn führt. Einerseits ergibt deshalb diese Übersicht über die Ergebnisse der klinischen Literatur, dasz sicherlich im Striatum (wohl im Neostriatum) sowohl Kerne für die Zwangsbewegung nach vorne als nach hinten vorhanden sind; anderseits aber, dasz auf Grund von lokalen, uns nicht näher bekannten Besonderheiten die Zwangsbewegung nach hinten bei *roher Vernichtung* des striären Gewebes die häufigere ist, während die Zwangsbewegung nach vorn uns jedoch hauptsächlich bei *Systemerkrankung* dieses Gebildes entgegentritt.

§ 6. *Kombinierte Zwangshaltungen (Roll- und Manegezwangsstellung. Zwangsstellungen nach vorn und hinten).*

Wenn man sich in die Erinnerung zurückruft, dasz wir beim Studium der Funktionen des Palaeostriatums der Säugetiere, aber auch nach einseitigen Verletzungen des hinteren Längsbündels bei den niederen und

---

1) SPILLER: Jnl. Nerv. a. ment. Dis., S. 452, 1913, S. 540, 1916, Bd. 43. Vergl. auch JACKSON und TIMMERMANS, Ibid., Bd. 49, 1919, S. 12.

2) BICKEL: Revue de la Suisse Romande, '22, S. 436.

3) STRÜMPELL: Nervenheilk., 54, Bd., 1915, S. 213.

höheren Vertebraten, immer wieder auf die eigentümliche Kombination: Manegebewegung nach der einen, Rollbewegung nach der andren Seite stieszen (SS. 7, 30, 45, 96), dann drängt sich die Frage auf, ob denn diese so tief im Nervensystem verankerte Kombination beim Menschen ganz und gar vergebens gesucht wird. Wenn wir uns auch mehrfach davon überzeugt haben, dasz durch die aufrechte Stellung der höheren Primaten alle die vestibulären Mechanismen, welche der Lokomotion und den Augenbewegungen zugrunde liegen, einer gründlichen Reorganisation unterzogen wurden (SS. 97, 104, 106), so ist es doch kaum denkbar, dasz sich das uralte Syndrom niemals, etwa als atavistische Erscheinungsform, zeigen sollte. In der Tat findet man bei den das Striatum vernichtenden Tumoren gar nicht selten die betreffende Kombination: Fallen nach einer Seite, konjugierte Deviation, ev. Manegebewegung nach der andren Seite vor. Aber auch unter den publizierten Fällen von Dystonie, Pseudosklerose, doppelseitiger Athetose u.d. findet man nicht so selten Anklänge an das genannte Syndrom. FRAENKELS Abbildung [1]), FOERSTERS Abb. 125, verschiedene der publizierten klinischen Fälle von Enthirnungsstarre sprechen in diesem Sinne (Rollstellung nach der einen, Scoliose nach der andren Seite); andre wie THEVENARDS Abb. 16 und 27 belehren uns, dasz auch entgegengesetzte Kombinationen häufig sind. Die Schwierigkeiten der Beurteilung solcher Fälle sind aber keineswegs gering. Hat man doch zu bedenken, dasz schon beim Vierfüszler die Beurteilung der Kopfstellung nicht so leicht ist, wenn z.B. ein Herd im rechten Pallidum zugleich konjugierte seitliche Deviation von Kopf und Augen nach rechts und Rollstellung mit HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung nach links hervorruft (S. 356). Beim Menschen wird ein solcher Herd vorherrschend konjugierte Deviation in der horizontalen Ebene nach rechts, aber dazu eine Neigung des Kopfes nach links und eine Deviation des Hinterhaupts nach links und oben verursachen.

Ebenso wie wir bei der Katze jedoch im vorderen Teile des Pallidums die Roll- und Fallneigung nach der gesunden Seite, im lateralen Abschnitt des Pallidums die horizontale Deviation nach der kranken Seite lokalisieren können (S. 123), so kann kaum ein Zweifel bestehen, dasz auch die sonstigen Stellungsfunktionen an *verschiedene* Bahnen und Kerne gebunden sind. So läszt sich wohl erklären, dasz zwar meistens mit einer Fallneigung nach vorn Beugung des Kopfes und Propulsion einhergeht, dasz das aber keineswegs notwendig ist. Es wird von der jeweilig stärkeren Beteiligung jener Gebilde abhängen, ob andere Kombinationen in die Erscheinung treten. Ich brauche nur an HENRIKSENS [2]) und FUCHS' [3]) Fälle zu erinnern, wo der Kopf nach vorn, der Rücken nach hinten gebeugt war, und mit Fallneigung nach hinten Kopfneigung nach vorn einherging.

[1]) J. FRAENKEL: Am. Jnl. of Nerv. a. Ment. Dis., 1912, S. 362.
[2]) HENRIKSEN: Klinische Wochenschr., 1922, S. 448.
[3]) FUCHS: Wiener Kl. Wochenschr., 1906, S. 1448.

Mit allen meinen Feststellungen glaube ich für die Existenz supravestibulärer Zentren für die Zwangsbewegungen nach vorn und hinten im Striatum und zwar im Neostriatum genügende Beweise beigebracht zu haben.

Man findet in der Literatur mehrere Versuche, die klinisch wohl festgestellten Beobachtungen in andrer Weise zu erklären, und zwar durch Hilfshypothesen, die einer etwas eingehenderen Kritik nicht standhalten können. Ich nenne noch einmal die nicht genügend begründete Annahme eines Systems von fronto-ponto-cerebellären Bahnen (S. 303) und die ebenfalls physiologisch wie klinisch ungenügend begründeten corticalen Zentren für die Blickbewegungen im Stirnhirn und schlieszlich die gar nicht mehr haltbare Theorie von Rückenmuskelzentren in dem frontalen Cortex. Was die letzten betrifft, so ist es interessant, dasz es eben zwei der Urheber dieser angeblichen Zentren, ROTHMANN [1]) und WERNER [2]), auffiel, dasz nicht nur erheblich stärkere faradische Ströme benötigt wurden, um von der Fissura cruciata aus die Rückenmuskeln zur Kontraktion zu bringen [3]) (ebenso wie LEYTON und SHERRINGTON erkannten, dasz erst Ströme andrer Ordnung die corticalen Augenbewegungen hervorriefen), sondern auch, dasz man niemals einen Übergang der Kontraktionen der Rückenmuskeln auf die sonstige willkürliche Muskulatur zustande kommen sah.

Die Gedanken FÖRSTERS über die Grundlagen der extra-pyramidalen motorischen Störungen, so interessant sie damals auch waren, haben der Kritik doch nicht standhalten können. Nicht nur wurde von KARPLUS und seinen Schülern der Beweis geliefert, dasz die von FÖRSTER angenommene Verspätung der willkürlichen Bewegung nicht zutrifft, sondern man kann auch in des Autors eigenen Schriften gewisse Widersprüche finden, die der Schwäche seiner Argumentation zu entsprechen scheinen.

Um das zwangsmäszige Hinfallen und die Retro- und Lateropulsion zu erklären sagt er: während ein Gesunder, aus dem Gleichgewicht gekommen, reflektorisch mit adaequater Schnelligkeit reagiert, trifft das beim Parkinsonisten nicht zu, er kommt zu spät, musz hinfallen. Anderseits betrachtet F. doch auch das Hinfallen wieder nicht als ein unbedeutendes Symptom. Denn wo er die pyramidalen mit den extra-pyramidalen Störungen vergleicht, nennt er vor allen Dingen als Unterschiedsmerkmal: Fallen bei den letzten. Übrigens musz man auch die nicht auf Systemerkrankung beruhende Striatumerkrankungen zum Vergleich heranziehen, bei denen oft von Verlangsamung gar keine Rede ist; Fälle wie der PÖTZLS [4]): der Patient fiel immer nach hinten, er hatte einen umschriebenen Tumor im vorderen Teil des Caudatums. Auch Fälle mit CO-vergiftung sollten zur Beantwortung solcher Fragen herangezogen werden wie der ROY GRINKERS [5]).

---

1) ROTHMANN: Neurol. Zentralbl., 1896, S. 1105.
2) WERNER: Allgem. Zeitschr. f. Psych., 1895, S. 134.
3) FÖRSTER: Ges. Neur. u. Psych., 58, 1921.
4) PÖTZL: Ges. Neur. u. Ps., 98, 1925, S. 407.
5) ROY GRINKER: Ges. Neur. u. Ps., 98, 1925, S. 433

§ 7. *Zusammenfassung.*

Kann man die Symptome der Zwangsbewegungen und Zwangsstellungen sowie der Fallrichtung in der *frontalen* sowie in der *vertikalen* Ebene für die Diagnostik tief gelegener Herde verwerten?

Nachdem wir SS. 205, 349 die Frage erörtert haben, inwieweit man die Symptome der Manegebewegung und der konjugierten Deviation von Kopf und Augen und der Fallrichtung zur Seite bei supratentoriellen Herden zur Seitendiagnostik verwenden kann, und nachdem wir jetzt auch die striären Bahnen und Zentren für die vertikale Zwangsbewegung (nach vorn und hinten) besprochen haben, ist ein Rückblick auf das gesamte Material vom Gesichtspunkt der Diagnostik im Hirnstamme überhaupt angebracht. Die genaue Diagnostik im Hirnstamm ist bis jetzt immer ein frommer Wunsch geblieben. Bieten nun die neuen Kenntnisse der supra-vestibulären Zentren und Bahnen allein oder in Verbindung mit der bereits bekannten Symptomatik des Hirnstammes eine genügende Grundlage um eine Hirnstammdiagnostik aufbauen zu können? In der Tat haben wir jetzt in dem supra-vestibulären System einen Bahnen- und Kernkomplex vor uns, der derart im Bereich des Hirnstammes, d.h. von den unteren Oliven bis in das Palaeo- und Neostriatum verteilt liegt, dasz man sich kaum einen Herd von der Ausdehnung etwa eines Kubikzentimeters denken kann, der nicht die einwandfreie Funktion irgend eines der zusammenstellenden Abschnitte stören müszte. Unser Versuch, die Hirnstammdiagnostik zu begründen, unterscheidet sich durch die genaue Differenzierung der verschiedenen supra-vestibulären Symptome von den Bestrebungen WALLENBERGs und GOLDSTEINs, welche auf Grund unserer anatomischen Kenntnisse gewisse Grundsätze ausschlieszlich für die Medulla oblongata aufzustellen versuchten.

Es ist deutlich, dasz man in der Oblongata, dank den motorischen und sensiblen Kernen, über die Quantität und Qualität der Gefühlsstörungen sich auch bei Anwesenheit eines kleinen Herdes in der Oblongata ziemlich gut orientieren kann. Auch nach experimenteller Läsion der Oblongata und des Hirnstammes ist es sehr instruktiv aus den Symptomen die mutmaszliche Bahnverletzung zu diagnostizieren.[1])

Sodann verdanken wir der französischen Schule bereits die Lehre der alternierenden Lähmungen, welche uns nicht selten zu einer genaueren Diagnostik eines halbseitigen Herdes das Material liefern kann. Für die Region oral vom Trochleariskern fehlt es uns aber an festen Anknüpfungspunkten, weil eben bis jetzt unsre Kenntnisse über die Funktion der von vorn nach hinten liegenden Oculomotoriuskerne noch sehr im argen liegen, die Bedeutung des Roten Kerns, des LUYS'schen Körpers und der Substantia nigra uns unbekannt ist, und wir vom Thalamus noch kaum mehr lokal diagnostisch verwerten können, als dasz er die Kernumschaltungsstation sämtlicher sensibler Eindrücke ist. Hier kann uns weiter helfen

---

1) Vergl. MUSKENS, Epilepsie, Springer 1928, S. 133.

eine bessere Einsicht in die Bedeutung der Commissura posterior und der Commissurkerne, deren Verbindungen mit dem Globus pallidus wir kennen lernten, sowie die Kenntnisse der wahrscheinlich sämtlich in dem Neostriatum endigenden zentralen Haubenbahnen, wie es aus dem Studium der supra-vestibulären Bahnen hervorgeht. Während wir bis jetzt in der Gegend der hinteren Vierhügel und des Pons mit den Kenntnissen uns bescheiden müszten, die wir auszer von der Pyramidenbahn von den Schleifen und Trigeminusverhältnissen besaszen, besteht unser Gewinn in einer besseren Kenntnis des hinteren Längsbündels, auch wohl der zentralen Haubenbahnen und desjenigen Abschnitts des Bindearms, der die vom Nuc. tecti kommenden supra-vestibulären Fasern in die oraleren Gebilde (teilweise in das zentrale Grau) leitet, wie wir wohl annehmen müssen. Der Bedeutung der zentralen grauen Kerne in dieser Hinsicht wird ein gesonderter Abschnitt S. 370) gewidmet. Weiter haben wir genügend Anhaltspunkte, die es wahrscheinlich machen, dasz im Globus pallidus das supra-vestibuläre Zentrum für die Fallneigung nach der gesunden Seite mehr nach *vorn,* und für die konjugierte laterale Deviation im *lateralen Abschnitt* liegt, und wir verfügen über hinreichende klinische Fälle mit Herden im vorderen Teil des Caudatums, um dort die Fallneigung nach hinten lokalisieren zu dürfen. Genaueres über das Neostriatum für das Fallen nach vorn steht noch aus, aber in Übereinstimmung mit physiologischen und klinischen Ergebnissen, dürfen wir das Zentrum vorläufig in vorderen ventralen Abschnitten des Neostriatums annehmen.

Der Einwand, den man vor einem Menschenalter noch machen könnte, dasz uns eine nähere Hirnstammdiagnostik für praktische Zwecke nicht not tue, läszt sich wohl nicht in einer Zeit gesteigerter Operationsfreudigkeit, wie der unsrige, aufrecht erhalten. Eine zielbewuszte Hirnstammdiagnostik wird uns sicherlich viele überflüssige operative Eingriffe ersparen; man sei sich bewuszt, dasz unsere Diagnostik hinsichtlich der Erreichbarkeit oder Operabilität von Tumoren noch sehr viel zu wünschen übrig läszt. Man denke daran, wie oft noch in der hinteren Schädelgrube operiert wird, wo ein frontaler Tumor vorliegt (vergl. S. 311), und zwar auf Grund der nicht genügend gewürdigten supra-vestibulären Symptome. Weiter bedenke man, wie wertvoll es wäre, falls man sich ein Urteil bilden könnte, ob der Tumor bereits die striären Kerne geschädigt habe, wenn aus andren Symptomen ein Tumor im temporo-sphenoidalen oder im frontalen Lappen oder in der Gegend der zentralen Windungen lokalisiert worden ist.

Beispiele von falschen klinischen Diagnosen und von darauf sich gründenden operativen Eingriffen findet man auf Schritt und Tritt in der Literatur, bes. auch Fälle, bei welchen eine nähere Kenntnis der supra-vestibulären Symptome zu einem richtigen Eingriff oder zur Vermeidung eines unangebrachten Eingreifens geführt hätte. Ich beschränke mich auf einen solchen Fall.

OPPENHEIM, dessen Sachkenntnis in diesen Fragen wohl von niemand in Zweifel ge-

zogen wird, diagnostizierte 1919 [1]) einen Tumor in der L. Hemisphäre, mit Aphasie und rechtsseitiger Gesichts- und Zungenlähmung und lokalisierte ihn in dem Fusze der rechten Zentralwindung. Der Patient zeigte jedoch Manegebewegung nach r. und war schwindlig; auf Grund dieses letzten Symptoms hätte ein mit supra-vestibulären Verhältnissen Vertrauter wohl kaum eine Operation angeraten, denn dieses Symptom verrät auf untrügliche Weise, dasz der Prozesz bis tief in den Globus pallidus hinein gewuchert ist.

Auch die Bemerkung, dasz die Hirndruckzunahme an sich zu supra-vestibulären Symptomen den Anlasz geben könnte, soll uns, glaube ich, nicht von unsrer Meinung abbringen. Denn erstens ist das Vorkommen einer Neuritis acustica durch Hirndruckerhöhung noch keineswegs erwiesen, wenn man auch auf Grund klinischer Erfahrungen [2]) das Vorkommen einer Neuritis olfactoria als möglich erachten kann. Zweitens hat man m.E. allzuviel Wert auf eine angebliche Übererregbarkeit des Labyrinths als Folge gewisser Hirnstammprozesse gelegt und ähnlich besteht die Gefahr, dasz man allzuleicht gewisse Haltungen des Kopfes als direkte Folge eines Versuches des Kranken auffaszt, die Liquorzirkulation weiter zu ermöglichen (STENVERS). Kurz, den Vorwurf, dasz ein Versuch, eine genauere Hirnstammlokalisation vorzubereiten, einen rein akademischen Wert habe, glaube ich zurückweisen zu können. Man könnte den Verfechtern dieses Arguments höchstens zugeben, dasz bei den publizierten Fällen, wo die seit langem bestehende Hirndruckerhöhung bereits zur Erblindung und zur Bildung eines „Pressure cone" geführt hat, den supra-vestibulären Symptomen nur ein relativ geringer klinischer Wert beizumessen sei. Indessen gilt die hohe Wertung der *Frühsymptome* gegenüber der geringeren Bewertung der späteren Erscheinungen für jeden Fall von organischer Hirnerkrankung, sowohl wenn sie lokalisiert, als auch (selbstverständlich), wenn sie „allgemein" ist, also auch z.B. für jeden Fall von Epilepsie. Schlieszlich wird man, falls man Strang- und Systemerkrankungen sowie auch infektiöse Herde zu diagnostizieren hat, gewissen Schwierigkeiten begegnen, die aber wieder zum Teil dadurch beseitigt werden, dasz die in diesen Fällen meist symmetrischen Affektionen eher diejenigen supra-vestibulären Phänomene zeigen werden, welche erfahrungsgemäsz am auffälligsten auftreten, wenn eine Bahn auf beiden Seiten unterbrochen ist. So ist es kein Zufall, dasz die reinsten Fälle von vertikaler Blicklähmung auf doppelseitigen Gefäszveränderungen beruhen (L'HERMITTE). und man hat wohl auch die frühe Blickeinschränkung nach allen Richtungen sowie die Fallneigung nach allen Seiten bei der Paralysis agitans auf eine alle striäre Gebilde betreffende diffuse Erkrankung zurückzuführen. Die Frage, ob bestimmte supra-vestibuläre Erscheinungen auf Reizung oder auf Lähmung (Kontinuitätsunterbrechung) von Bahnen beruhen, wird sich wohl nur in Fällen von innerer Blutung erheben und dann noch oft auf Grund von Begleitsymptomen beantwortet werden können. Sicher ist, dasz auf Grund der vorliegenden Autopsien in klinischen Fällen,

---

1) H. OPPENHEIM: Nervenheilk., Bd. 64, 1919, S. 175.

2) L. J. J. MUSKENS: Nederl. Tijdschr. v. Geneeskunde, 1901, II, S. 1007.

wie auch bei experimentellen Beobachtungen, gar zu leicht auf „Reizung" geschlossen wird, wo doch eine Kontinuitätstrennung oder Kernschädigung vorliegt.

Schlieszlich verfügen wir über genügendes Material von gut untersuchten Hirnstammherden (sowohl experimentell als klinisch), bes. von solchen, die sich auf das H.L.B. erstrecken, um feststellen zu können, dasz gar nicht selten das Bündel mitten in einem malacischen Herd gefunden wird ohne zu Symptomen Anlasz gegeben zu haben. Anderseits hat die Krankenbeobachtung in solchen Fällen konjugierte Deviation oder aber Manegebewegung festgestellt. In diesen letzten Fällen dürfte eine genaue Untersuchung der vollständigen Schnittserien wohl immer eine Unterbrechung der Bahn (H.L.B.) feststellen. Die Übersicht zu vereinfachen dienen die in § 8 (SS. 359—360) folgenden Schemata, Querschnitte des menschlichen Hirnstammes mit Angabe der supra-vestibulären Bahnen in vier verschiedenen Höhen des Hirnstamms. Nach den vorhergegangenen Erörterungen brauche ich kaum darauf aufmerksam zu machen, dasz die Richtung der Störungen in der horizontalen und in der frontalen Ebene durch Hirnstammherde oral von der Commissura posterior umgekehrt ist. Weiter ergibt sich aus dem vorhergehenden Kapitel, dasz ich mit den angegebenen Pfeilen einfachheitshalber zugleich andeuten möchte: mit dem Pfeile ↑ nicht nur Fallneigung nach hinten und Augenstellung nach oben, sondern auch Rumpf- und Kopfbeugung nach hinten und auch Retropulsion. D.h. Unterbrechung der betreffenden Bahnkomplexe verursacht Ausfall der betreffenden Zwangsbewegungen und *eine Reizung* ruft deshalb die entgegengesetzte Zwangsstellung hervor. Ebenso bedeutet ↻ Rollbewegung nach rechts und Fallneigung nach rechts, aber auch HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung und Lateropulsion nach rechts. Die Pfeile → bedeutet Manegebewegung nach rechts, aber auch konjugierte Deviation in der horizontalen Ebene nach rechts und auch horizontalen Nystagmus, langsame Komponent nach r. gerichtet. Ich spreche in diesen Fällen von Bahnkomplexen, weil zweifellos alle die verschiedenen Funktionen an besondre Bahnen geknüpft sind, die aber nach unsren Ergebnissen alle nahe beieinander liegen. Schlieszlich habe ich daran zu erinnern, dasz eine Verletzung des Nuc. tecti, weniger regelmäszig des Tr. spino-cerebellaris, eine Zwangsbewegung (Purzeln nach hinten, Fallen nach hinten) hervorzurufen imstande ist.

Also scheint mir eine Analyse der verschiedenen, bei der sogen. frontalen Ataxie in Frage kommenden Symptomgruppen nicht nur ein besseres Verstehen des Syndroms selbst anzubahnen, sondern auch Beiträge für eine genauere Diagnostik umschriebener Herde im Hirnstamm zu liefern.

§ 8. Menschliche Hirnstammdurchschnitte, in welchen man das ungefähre Areal der supra-vestibulären Verbindungen in allen drei Ebenen angedeutet hat.

In den schematischen Abbildungen 26, 27, 28 und 29 sind mit Pfeilen

die Zwangsbewegungen angegeben, welche als eine Folge der Verletzung des Areals erwartet werden können. Ich habe davon abgesehen, die Verhältnisse der Augenbewegungen gesondert anzudeuten. Dort, wo

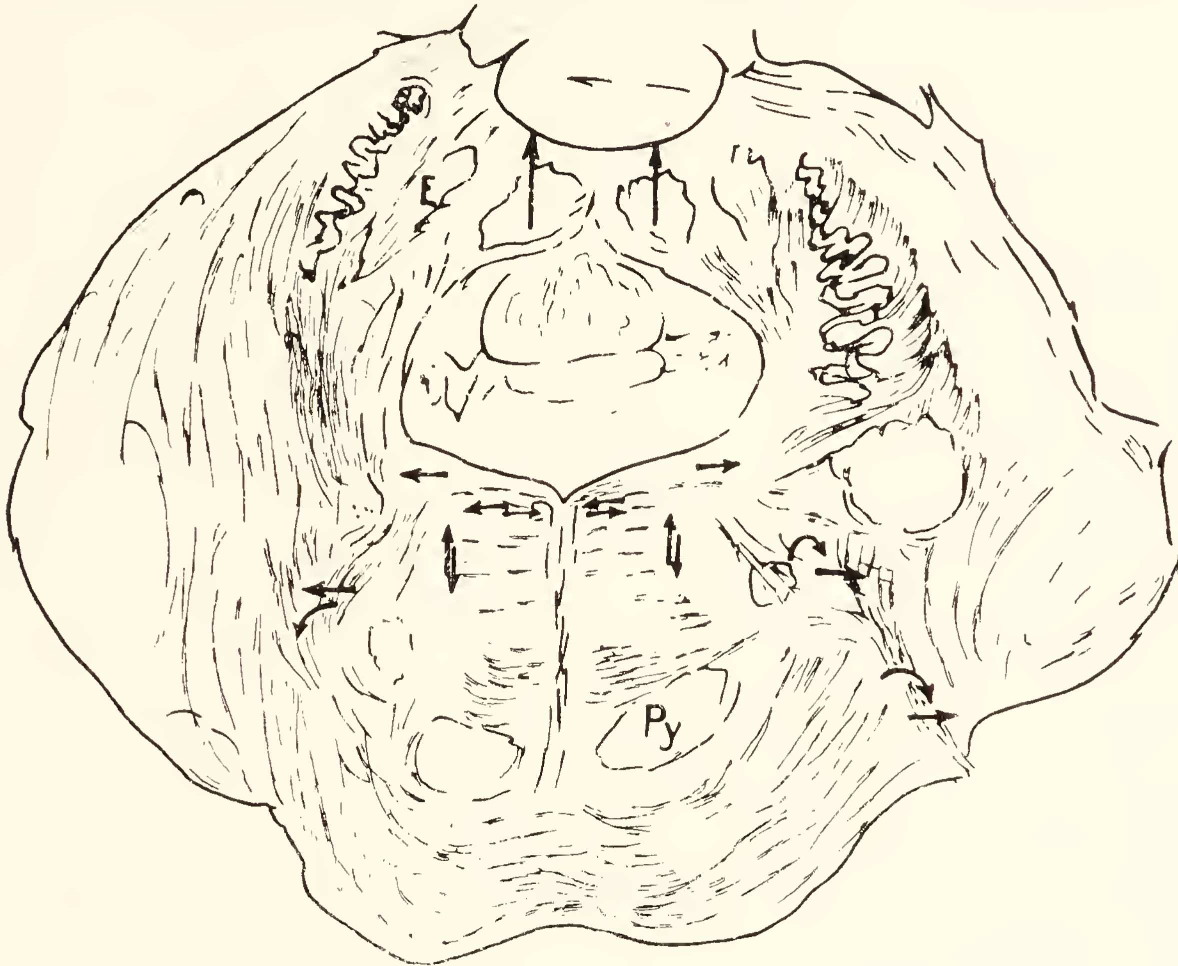


Abb. 26

verschiedene Bahnen für, hinsichtlich der Richtung entgegengesetzte, Bewegungen nahe zusammenliegen, wie in der Commissura posterior (Abb.



Abb. 27

Abb. 26, 27, 28 und 29. Querdurchschnitte des menschlichen Hirnstamms. Mit ⇆ sind die supra-vestibulären Verbindungen angegeben, deren Läsion Zwangsbewegungen in der horizontalen Ebene veranlaszt. Die Richtung derselben, sowie der langsamen Komponente des zugehörigen Nystagmus, entspricht der Richtung des Pfeiles. Die Zwangsbewegungen in der frontalen Ebene sind mit gekrümmten Pfeilen, die vertikalen mit vertikalen Pfeilen angegeben.

28) für die Rollbewegungen (resp. seitliche Fallneigung und HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung), und dort im Thalamus, wo die angeblichen Verbindungen zwischen Neostriatum und supra-nucleären Zentren für die

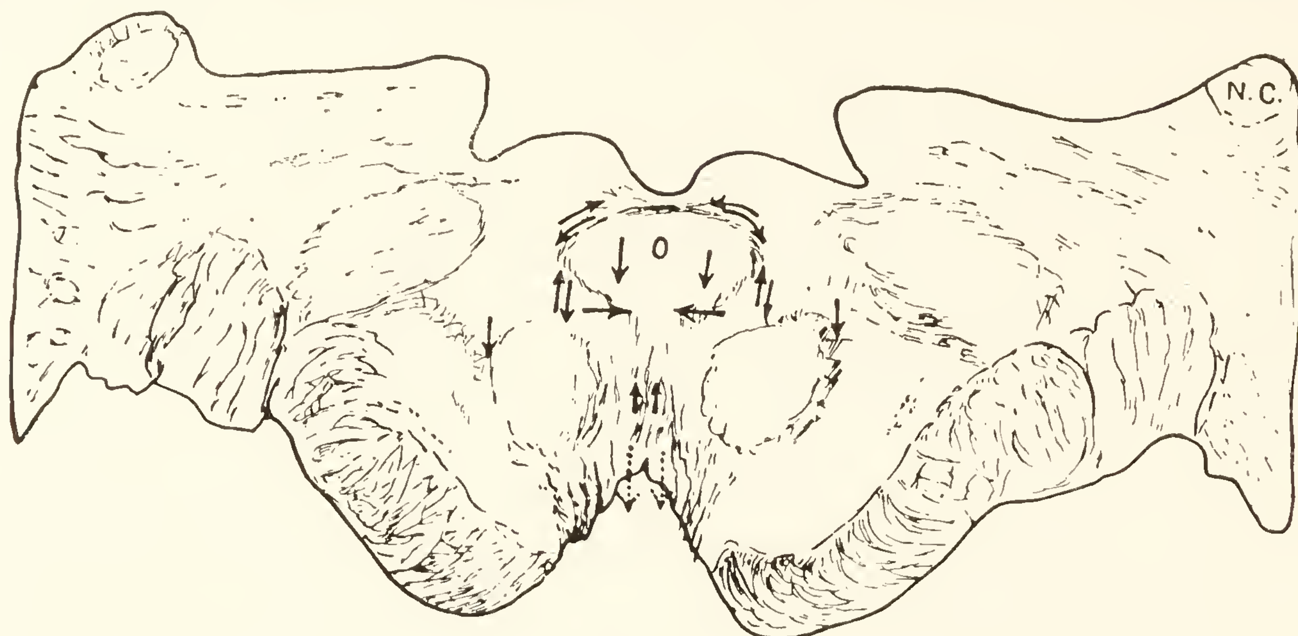


Abb. 28

vertikalen Augenbewegungen verlaufen (Abb. 29), habe ich das entsprechend mit Pfeilen anzugeben versucht. In derselben Weise hat man mit zwei horizontalen Pfeilen in Abb. 26 die Stelle angegeben, wo die

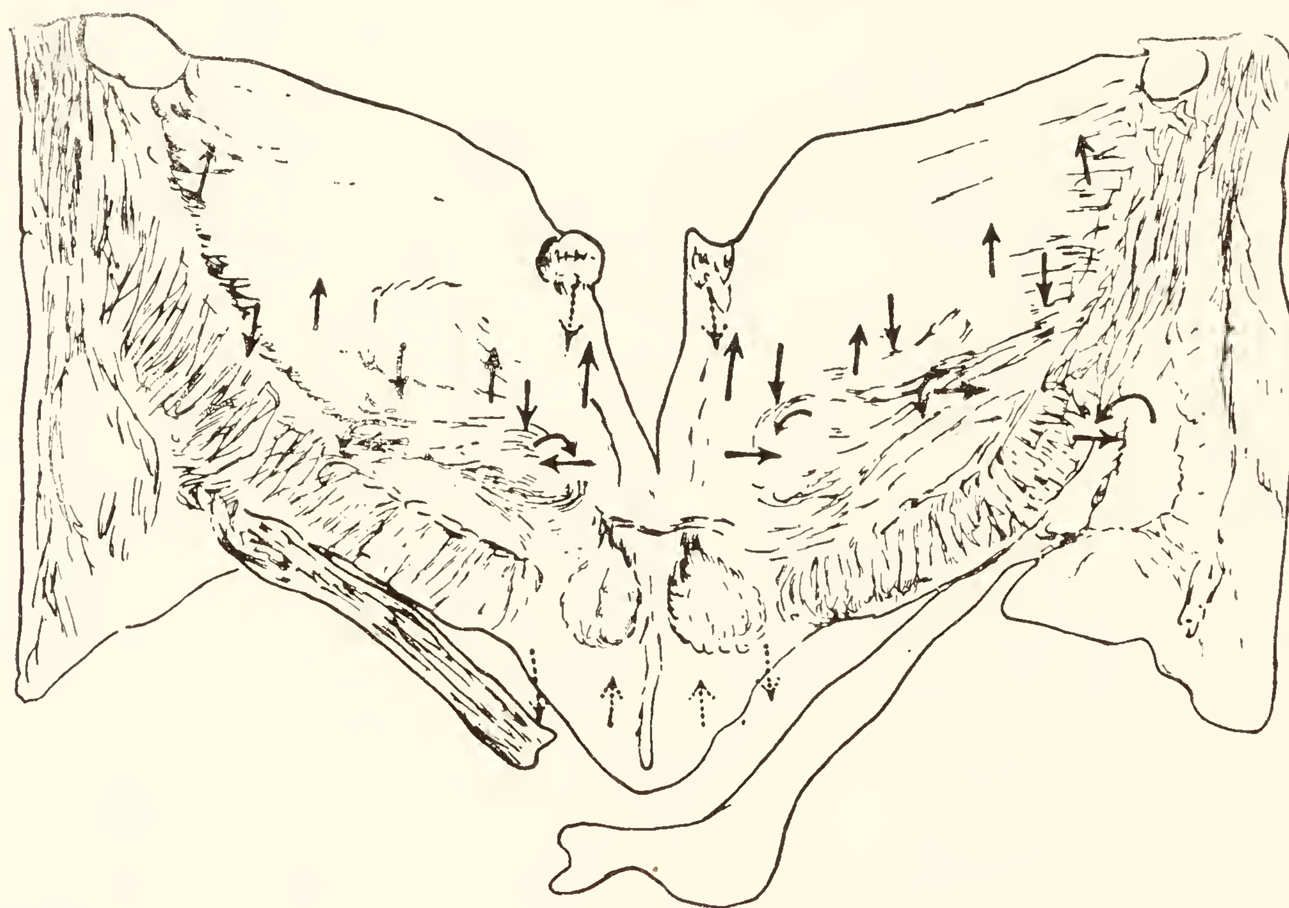


Abb. 29

Tr. vestibulo-mesencephalici sich kreuzen, und wo deshalb durch einen relativ kleinen doppelseitigen Herd horizontale Blicklähmung nach rechts und links zugleich veranlaszt werden kann. Ich habe davon abgesehen, genauer anzugeben, dasz der vordere Abschnitt des Pallidums insbesondere mit der Rollneigung nach der gesunden Seite, der laterale Abschnitt mit konjugierter Deviation nach der kranken Seite im Zusammenhang steht. Mit *punktierten* Pfeilen sind diejenigen Gebilde angedeutet, deren Läsion gewissen anatomo-physiologischen Erfahrungen zufolge *mutmaszlich*

Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene hervorruft. Während m.A.n. kaum bezweifelt werden kann, dasz auch beim Menschen Verletzung des Dachkerns Zwangsbewegung nach oben und hinten ergibt, wissen wir nicht, ob im Bindearm, ebenso wie bei den Vögeln, eine fastigio-thalamische Verbindung existiert (in Abb. 27). Verschiedene Umstände sprechen für eine supra-vestibuläre Bedeutung des F. retroflexus (Abb. 29) und des F. thalamo-mamillaris (VICQ D'AZYR, im Corpus mammillare Abb. 29 angegeben), und gewisse Experimente S. 305 für eine solche Bedeutung des basalen Riechbündels.

§ 9. Zusammenfassung des Abschnitts V.

1. Die Lücken in unsrer Kenntnis der Bahnverbindungen des Frontalhirns und des Neostriatums werden hervorgehoben. Eine corticale Beeinflussung des Striatums kann wohl kaum anders als indirekt, via Thalamus, angenommen werden.

2. Eingriffe, ausschlieszlich das Vorderhirn betreffend, ergeben öfters, wenn nicht immer, den Gefäszverhältnissen zufolge, beschränkte Herde im Striatum, vor allem im Pallidum.

3. Frontalataxie beruht in erster Linie auf Störung der Bewegungen in allen 3 Ebenen. Eine systematische Analyse der frontalen Ataxie ergibt die grosze Bedeutung der supra-vestibulären Störungen vor allem in der vertikalen Ebene. Grobe gewebevernichtende Prozesse (Tumoren) des Neostriatums ergeben für gewöhnlich Zwangsbewegungen nach hinten; bei systematischen Bahnerkrankungen dagegen überwiegen die Zwangsbewegungen und -haltungen nach vorn.

4. Es lassen sich im Hirnstamm auszer den „horizontalen" und „frontalen" einige „vertikale" Bahnsysteme verfolgen, welche für die Lokaldiagnostik verwertbar erscheinen.

ABSCHNITT VI.

Die supra-vestibulären commissuralen Kerne.

KAPITEL 25.

DIE COMMISSURKERNE IM ENGEREN SINNE (NUC. COMMISSURAE POSTERIORIS UND NUC. INTERSTITIALIS) UND IHRE VERBINDUNGEN MIT DEN AUGENBEWEGUNGSKERNEN.

§ 1. Vergleichend-Anatomisches über die Commissurkerne.

Eine ausgezeichnete historische Skizze über diese supra-vestibulären Kerne ist unlängst von STENGEL [1]) geliefert worden, so dasz eine

[1]) STENGEL: Arbeiten a. d. Neur. Institute der Wiener Universität. Bd. 26. 1924, S. 419.

Wiederholung sich wohl erübrigt. In zwei wichtigen Punkten wird dieser Autor m.A.n. jedoch unseren Kenntnissen über diese so interessanten wie wichtigen Gebilde nicht genügend gerecht. Erstens wird wohl nicht genügend hervorgehoben, dasz es CAJALs Verdienst war, beim Hühnerembryo den verschiedenen Charakter dieser Kerne und den Verlauf ihrer Achsenzylinder, absteigend in dem hinteren Längsbündel, nachgewiesen zu haben (CAJAL, Abb. 10 b, S. 92—93 und Abb. 11, S. 100). Mit diesem Nachweis wurde die supra-vestibuläre und zwar motorische Bedeutung dieser Kerne mit einem Male festgelegt und es erschien eine interessante Aufgabe, vergleichend anatomisch festzulegen, welche Unterschiede, je nach Lebensgewohnheiten und Lokomotion, bei den verschiedenen Repräsentanten der Wirbeltiere gefunden werden. Eben hier hat STENGELs Studium wichtige Details zu Tage gefördert. — Zweitens übersieht der Autor, dasz man doch noch einen Schritt weiter gekommen ist, als durch variierte Läsionen in der Gegend der hinteren Commissur festzustellen, dasz diese Kerne als Ursprung des Tr. commissuro-medullaris und Tr. interstitio-spinalis [1]) zu gelten haben und dasz diese im medialsten Teile des H.L.B. verlaufen. Denn durch zahlreiche Variationen der Versuche und genaueste Beobachtung der Symptome während des Lebens ist es auch gelungen, die Bedeutung dieser Kerne für bestimmte Zwangsbewegungen aufzuklären. Ein Stich in den Nuc. commissurae posterioris hat Entartung des Tr. commissuro-medullaris und tagelange Manegebewegung nach der kranken Seite zur Folge; ein Stich in den Nuc. interstitialis verursacht ebenso regelmäszig Entartung des Tr. interstitio-spinalis wie Rollbewegung nach der gesunden Seite; anderswo gesetzte Stiche haben diese Folgen nicht, es sei denn, dasz entweder das hintere Längsbündel (und die hintere Commissur) oder aber die Verbindungsbahn Globus pallidus—Commissurkerne durchschnitten wurde. Durchschneidung dieser Verbindung hat dieselbe Folge wie Verletzung der Commissurkerne selbst. Spätere anatomo-physiologische Beobachtungen haben m.E. die Richtigkeit dieser Korrelation (d.h. die Bedeutung der Commissurkerne für die Lokomotion in der horizontalen und frontalen Ebene) auszer Zweifel gestellt, und die folgenden vergleichend-anatomischen Beobachtungen bestätigen sie ebenfalls. Nachdem STENGEL bereits auf die erheblichen Unterschiede in der Entwicklung dieser Commissurkerne in der Tierreihe hingewiesen hatte, möchte ich die Aufmerksamkeit auf drei Besonderheiten lenken, die mir, bes. in Hinsicht auf den naheliegenden Vergleich mit den Kernen der zentralen grauen Substanz, nicht ohne Bedeutung erscheinen. Erstens ist wichtig, dasz man diese Kerne, sobald sie — in Verbindung mit besondren Lebensgewohnheiten des Tieres — besonders stark entwickelt sind, von einer fibrösen Kapsel umgeben findet. Vergl. den Nuc. comm. post. des Choloepus (Abb. 33), des merkwürdigen Faultiers, das bekanntlich, ohne

---

1) MUSKENS: Brain, 1914 und 1922.

seine Körperstellung zu ändern, mit dem Kopf eine konjugierte Deviation von mehr als 180 ° machen kann. Bei diesem Tiere sind die Halsmuskeln und -wirbel in Hinsicht auf diese Funktion ganz besonders spezialisiert. Anderseits zeigen die äuszerst gewandten Eichhörnchen und die behendesten Formen der Affen (Semnopithecus entellus) einen mächtigen mit

Abb. 30.

Abb. 30. Durchschnittserie, caudo-oralwärts, durch die zentrale graue Substanz beim Eichhörnchen und beim Maulwurf. Mit Lupe zu betrachten. Ausführlicheres verzeichnis dieser Abbildungen : s.S. 502.

zwei Verdickungen versehenen Nuc. interstitialis (Abb. 38, S. 381). Man sieht eine dichtere mediale und eine lockerer angeordnete laterale Zellengruppe. Auch ist hierbei von Interesse, dasz beim Eichhörnchen auch auszerhalb des Nuc. interstitialis zahlreiche grosze reticuläre Zellen in der Umgebung liegen.[1]) Vergl. auch Abb. 30, — Im ersten Schnitt des Maulwurfs (Talpa) sieht man links die Faserverbindungen der Commissurkerne mit dem Tectum und Corpus geniculatum externum angegeben.

Zweitens musz hervorgehoben werden, dasz die Verbindungen der Commissurkerne mit den Augenmuskelkernen sehr variabel sind. Dies scheint vor allem bei jenen Tieren der Fall zu sein, welche zu besonders koordinierten Bewegungen, unter Leitung des Gesichtsvermögens, fähig sind. Beim Eichhörnchen liegen beide Commissurkerne ungefähr in einer Kapsel mit den lateralen Oculomotoriuskernen. Über dieselben hinweg sieht man die dünneren Fasern des Tr. commissuro-medullaris und die dickeren des Tr. interstitio-spinalis der mediansten Stelle des H.L.B. zueilen. Beim Focaena findet man sogar m.A.n. an einer Stelle den III-Kern zusammen mit beiden Commissurkernen innerhalb *einer* Kapsel (Abb. 31, Nr. 3 und 4).

---

[1]) In einer anderen Publikation habe ich auf eine ähnliche Besonderheit der medialen Olive des Eichhörnchens hingewiesen (Anat. Anzeig., Bd. 77, 1934, S. 385, Schnitt 42, 33 und 22).

Drittens kann man neben Tieren, bei denen die Commissurkerne untereinander oder aber auch mit den oculomotorischen Kernen eng verbunden sind, auch solche finden, bei denen die Commissurkerne eng mit den zentralen grauen Kernen, bes. mit den medialen verbunden sind, worüber der

Abb. 31.
Schnittserie des Braunfisches (Focaena communis).

folgende Paragraph handelt. Die Abbildungen 18 und 19 HATSCHEKs und SCHLESINGERs über den Delphin und diejenigen (32 und 33) WILSONs über die Balaenoptera [1]) lassen vermuten, dasz hier die Commissurkerne teilweise in den stark entwickelten lateralen grauen Kernen (d.h. in den Nuc. elliptici) aufgegangen sein können. Mit dem Maulwurf (Talpa, Abb. 30) tritt uns nun wiederum eine sehr merkwürdige Form entgegen, insofern als bei diesem blinden Tiere das Augenmuskelsystem fast vollständig zurückgegangen ist.[2]) Hier sieht man einen starken Nuc. commissurae posterioris in zwei Wülsten sich entwickeln, im ventro-lateralen Abschnitt des überaus starken Nuc. lateralis grisei. Die Weigert-Pal-Präparate zeigen durch ein Konglomerat feinster Fasern die Lage der Kerne an; der rechte Retroflexus (in den Abb. 30 und 32 mit Retro oder Fa. ret. angedeutet) ist ganz umgeben vom lateralen grauen Kern.

Eine wieder ganz andre Gliederung der Commissur- und Griseumkerne finden wir beim Foca vitulina (Seehund), auf welchen wir im nächsten Paragraphen zurückkommen. Hier will ich nur darauf hinweisen, dasz der Nuc. commissurae posterioris eine auszerordentliche Entwicklung erfahren hat, während auch der Nuc. interstitialis, und zwar in den vorderen

[1]) WILSON: Jnl. Comp. Neur., V, 58, 1933, S. 419.

[2]) Beim Embryo von 32 mm bemerkt man noch einige III-Fasern, nirgends deutliche III-Kerne. Vergl. auch GANSER: Morphol. Jahrbücher, Bd. 7.

Partien, mächtig entwickelt ist; beide liegen eng zusammen, anscheinend in einer Kapsel. Der Commissurkern zeigt in den Querschnitten eine Gliederung in zwei Abschnitte, welche durch eine Brücke zusammenhängen (Abb. 32). Der mediane Absatz schiebt sich an dem ebenfalls faserstarken Tr. dorso-medianus entlang ventralwärts. Man erinnere sich, dasz bereits v. GEHUCHTEN, COLLIER, BUZZARD und MAJANO [1]) als Ursprung des von ihnen sublongitudinalen, von mir dorso-medianen genannten Bündels das Grau unter der hinteren Commissur annahmen. Zu Unrecht

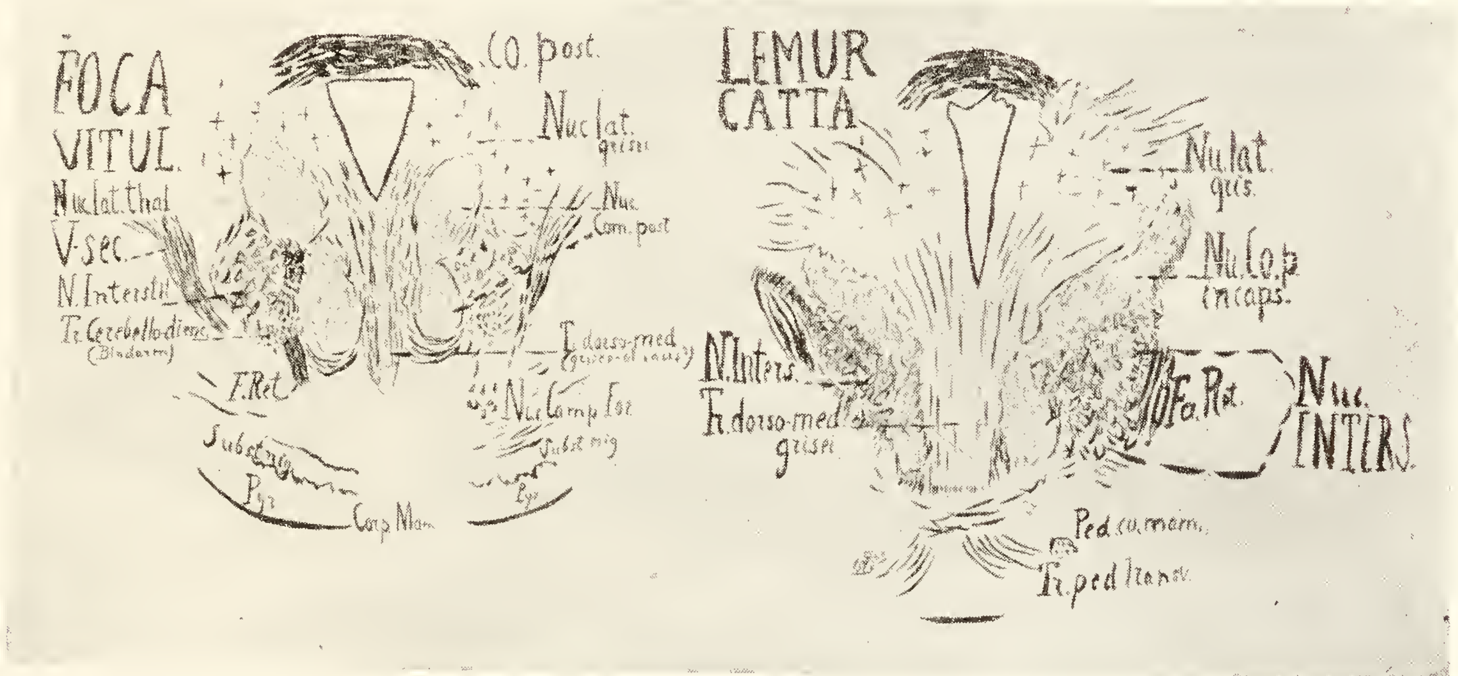


Abb. 32. Durchschnitte der Commissurkerne des Seehundes (Foca vitulina) und eines Lemuriden.

zeichnet RIESE jene beiden medianen Absätze des Commissurkerns als zusammen verschmolzen, und die dorsalen Abschnitte deutet er m.A.n. zu Unrecht als Nuc. ellipticus.

§ 2. Die Funktion der Commissurkerne.

Welche funktionelle Bedeutung ist diesen Verschiedenheiten beizulegen? Während wir die Kerne der grauen Substanz, welche ja in weiteren Abschnitten dieser Veröffentlichung behandelt werden, auszer Acht lassen, wollen wir uns ins Gedächtnis zurückrufen, dasz die rein experimentellen Ergebnisse keinen Zweifel lieszen, dasz der Nuc. commissurae posterioris eine wichtige Rolle für das Zustandekommen der Manegebewegung und die konjugierte horizontale Deviation der Augen spielt, und der Nuc. interstitialis für die Rollbewegung und seitliche Fallneigung. Und sogleich richtet sich unsre Aufmerksamkeit auf den bis jetzt einzig dastehenden Fall des Choloepus mit seinem auszergewöhnlich entwickelten Nuc. comm. post., der von einer eigenen Kapsel umgeben ist (Abb. 33). Es scheint mir unmöglich diesen einzigartigen Befund — in Verbindung mit jenem experimentellen Resultat — nicht mit einer Haltungseigentümlichkeit dieser Tiere in Beziehung zu setzen, welche ebenfalls einzig unter den

[1]) MAJANO: Monatschr. f. Psych., Bd. 3, 1903, S. 13.

Mammaliern dasteht, näml. mit der Ausgiebigkeit der horizontalen Deviation des Kopfes (um mehr als 180°). Einen ähnlich ausgedehnten

Abb. 33. Schnittserie des Faultieres (Choloepus).

Commissurkern finden wir bei Lemur Catta, einem Tiere, das ebenfalls zu sehr ausgiebiger konjugierter Deviation imstande ist (Abb. 32).

Wenden wir nochmals unsre Aufmerksamkeit dem Nuc. interstitialis zu, so bemerken wir eine eigentümliche Entwicklung des Kerns bei den Säugern, welchen entweder eine besondre Gewandtheit im Sinne der Rotationen um die Körperachse zukommt — Wassersäugetiere, Eichhörnchen, Semnopithecus entellus (Tab. 1, S. 134) — oder die infolge ihrer Lokomotion in flüssigem Medium über besondere, das Gleichgewicht wahrende Eigenschaften verfügen müssen (Chiropteren, STENGEL, S. 436). Was die Wassersäuger betrifft, so steht hier der Unterschied, zugünsten der im Wasser förmlich rollenden Braunfische (Focaena communis) und des Delphins, verglichen mit den grös̈zten Walen (Abb. 17, S. 139) und Seehunden (Abb. 32), in Übereinstimmung mit jener Annahme. Die bei den äuszerst beweglichen Wassersäugetieren häufige Verschmelzung der Commissurkerne mit den Oculomotoriuskernen musz wohl im selben Sinne gedeutet werden und musz wohl mit irgend einem Gesetz wie KAPPERS' Neurobiotaxis in Verbindung gebracht werden. So ist es wohl auch mit den nach STENGEL bestehenden besondren Faserverbindungen zwischen Nuc. commissurae posterioris und Nuc. interstitialis bei der sehr gewandten Katze, im Vergleich zu dem viel primitiveren Kaninchen, der Fall (Abb. 34, 35). Die ganz besondere Entwicklung des Nuc. interstitialis des Semnopithecus entellus (Tab. 1, S. 134), der nach BREHM zwischen den

Baumgipfeln „ungeheure Sprünge" machen kann, spricht im selben Sinne. Die einzige Ausnahme, die mir aufgefallen ist, besteht in der ziemlich

Abb. 34. Weigert-Pal Schnittserie der Katze (mit Lupe zu betrachten).

Abb. 35. Schnittserie des Kaninchens (Oben: Weigert-Pal; unten: Nissl).

starken Entwicklung des Nuc. interstitialis beim Sus scropha domesticata. Der Umstand, dasz diese Ausnahme ein so domestiziertes Wesen wie das Hausschwein betrifft, nimmt dieser Beobachtung viel von ihrer Bedeutung. Während nach STENGEL Bos taurus einen kaum nachweisbaren „Nuc. Darkschewitch" besitzt, findet sich beim Cervus capreolus ein stärker entwickelter Nuc. interstitialis. Soweit ich bis jetzt aus dem vorhandenen Material ersehen kann, scheint mir die Regel unter den Säugern zu gelten: je besser Commissurkerne (bes. Nuc. interstitialis) entwickelt sind, um so gröszer ist die Gewandheit bei Bewegungen.

Was die Faserverbindung der Commissurkerne mit dem Globus pallidus betrifft, so gestatte ich mir darauf hinzuweisen, dasz zwar alle interessierten Autoren (VOGT, RIESE, MORGAN, POLLAK, PÖTZL) immer wieder auf den von mir erbrachten Nachweis dieser Verbindung Bezug nehmen, aber insgesamt dabei nicht erwähnen, auf welche eigentümliche Weise dieser Nachweis zustande kam. Das scheint mir bedauerlich, weil dadurch die richtige Auffassung der *Funktion* der Commissurkerne sich noch nicht durchgesetzt hat. — Es war mir aufgefallen, dasz sowohl eine Läsion des Nuc. commissurae posterioris als des Globus pallidus von lange dauernder Manegebewegung begleitet wurde, und ebenso ein Querschnitt durch die Region zwischen beiden Gebilden. So drängte sich mir die Vermutung auf, dasz beide Kerne durch Fasern verbunden sein müszten. Bei Osmiumfärbung gelang dann der erwähnte Nachweis mit relativer Leichtigkeit.

Als Beweis dafür, dasz die anatomischen Verhältnisse bei den Flossenfüszlern nicht einfach sind, sei hier hervorgehoben, dasz HATSCHEK — mit seinen beschränkten Materialien — dieselben für den Roten Kern nicht von denen der gewöhnlichen Säuger abweichend fand; und dasz RIESE bei diesen Tieren die Existenz eines Corpus ellipticum annahm, was von mir [1]) und ebenfalls von FUSE und OGAWA[2]) bestritten wird. Obwohl letztere Autoren ungefähr zugleich auf die eigentümlichen Verwachsungen der Commissurkerne untereinander [3]) und mit den III-Kernen aufmerksam wurden, wird meinerseits — nachdem ich bei Choloepus, Sciurus u.a. eigentümliche Auswüchse der Commissurkerne beobachtet hatte — auf eine besondre Vergröszerung und Verdoppelung des ganzen Komplexes, vor allem des Nuc. commissurae posterioris (DARK.), Gewicht gelegt, auch auf die teilweise Verschmelzung desselben mit dem Nuc. interstitialis und den III-Kernen. Bei sehr behenden Landtieren wie Lemur catta und Semnopithecus entellus wurde Ähnliches gesehen. Bei den Walen wurde das Phänomen in höchster Entwicklung gefunden. Dagegen vermuten FUSE und OGAWA, dasz in jenem Gebilde ein Teil des Nuc. Ruber untergebracht sei. Der Unterschied beider Ansichten ist wohl auf den Umstand zurückzuführen, dasz die japanischen Gelehrten von hinten, vom Roten Kern her, sich dem fraglichen Gebiet näherten, während ich von den Kernen der zentralen grauen Substanz ausging. Obwohl die während der Drucklegung dieses Werkes erschienene japanische Arbeit zu ausführlicherer Vergleichung unsrer Ansichten lockt, musz ich mich leider auf wenige Bemerkungen beschränken.

Die vorbildlich illustrierte Arbeit der japanischen Forscher ist als eine sehr willkommene Bereicherung unsrer Kenntnis des Mesencephalons eines

---

[1]) MUSKENS: Nederl. Tijdschr. v. Geneesk., 10. März 1934.

[2]) FUSE und OGAWA: Arb. a. d. Anat. Institut der Kaiserl. Japanischen Universität Sendai, 15. April 1934.

[3]) TSAI (loc. cit.) bemerkte in HERRICKs Laboratorium die Verschmelzung des Nuc. interstitialis und Nuc. comm. post.; er unterscheidet dann noch einen Nuc. F.L.P.

Wassertieres zu betrachten, und es ist keineswegs ausgeschlossen, dasz weitere Untersuchungen die Ansichten FUSEs und OGAWAs über die ungewöhnliche Ausdehnung und Struktur des Roten Kerns bestätigen könnten. Während ich mich ausschlieszlich an einer Karminschnittserie eines Foca vitulina habe orientieren können, verfügten FUSE und OGAWA über mehrere Weigert-Pal-Präparate von zwei anderen Flossenfüszlern, welche sicherlich, auch in Lebensgewohnheiten, nicht unwesentlich von den holländischen Seehunden abweichen. Von nun an wird nicht nur, wie es hier geschieht, der Verschmelzung der Commissurkerne und der grauen Kerne, sondern auch derjenigen mit dem Roten Kern Aufmerksamkeit geschenkt werden müssen, wenn man der jetzt angebahnten funktionellen Würdigung dieser Gebilde gerecht werden will.

Um ihre Ansicht annehmbar zu machen, müssen genannte Autoren die Existenz eines Augenanteils des Roten Kerns annehmen, was jedenfalls ein Novum, eine noch nicht genügend, weder anatomisch noch physiologisch begründete Supposition ist. Das Austreten von H.L.B.-fasern sowohl aus dem Nuc. commissurae posterioris als aus ihrem III-Nebenkern (Nuc. Bechterew, ihre Abb. 19) stimmt sicherlich viel besser mit meiner Annahme als mit der ihrigen. Überhaupt sieht man nirgends III-Fasern aus ihrem Nuc. Bechterew austreten, ebenso wie weder meinerseits noch seitens der Schüler MARBURGs jener Austritt von III-Fasern aus dem Nuc. commissurae posterioris (DARK.) beobachtet wurde, gegen FUSE und OGAWA. — Was den Nuc. interstitialis betrifft, so erkennen sie, ebenso wie ZWEIG, bei vielen Tieren eine Gliederung desselben in einen medianen und lateralen Abschnitt. Meinerseits kann ich das bestätigen; als viel bedeutender erachte ich jedoch — wie oben auseinandergesetzt worden ist—den Umfang der betreffenden Kerne, und ev. gesonderte Einkapselung oder Einkapselung der Kerne miteinander. Hier rächt sich der Umstand, dasz die japanischen Forscher die bereits 1914 festgestellte funktionelle Bedeutung der Commissurkerne übersehen, vor allem die Rolle, welche der Nuc. commissurae posterioris für die Manege-, der Nuc. interstitialis für die Rollbewegungen spielt. Sonst wäre ihnen der tiefere Sinn dieser Verwachsungen, der immer deutlicher hervortritt, nicht verschlossen geblieben. M.E. liegt dem Auswuchs des Nuc. commissurae posterioris der Otarier die gewaltige Beweglichkeit dieser Wassertiere in der horizontalen Ebene zugrunde, und zwar in Verbindung mit der groszen Beweglichkeit in der frontalen Ebene (Verwachsung mit dem Nuc. interstitialis), weniger mit ihrer Beweglichkeit in der vertikalen Ebene (mäszige Verwachsung mit den zentralen grauen Kernen, welche für die Wale typisch ist.). So erscheint auch verständlich, und der unglaublichen Beweglichkeit der Delphine in der vertikalen Ebene gemäsz, die monströse Entwicklung des lateralen Kerns der zentralen grauen Substanz (und des medianen Abschnitts der unteren Oliven), und zwar in teilweiser Verwachsung mit den beiden massigen Commissurkernen (ebenfalls starke Beweglichkeit in beiden andren Ebenen); welche Verhältnisse wir — zwar

weniger ausgesprochen — bei dem Phocaena und den Bartenwalen antreffen. Die Unterschiede der verschiedenen Affenarten (Abb. 40, S. 384) sprechen auch dafür. Nach dem Vorhergehenden hat man eine dem Körper parallele, gröszere Beweglichkeit der Augäpfel bei diesen Tieren anzunehmen. Dasz beim Elefanten beide zentrale graue Kerne so stark entwickelt sind, ist weniger der groszen Beweglichkeit als dem Umstande zuzuschreiben, dasz hier sich ein neuer lebenswichtiger beweglicher Körperteil (der Rüssel) in ungeahnter Weise entwickelt hat. Dagegen hängt wohl beim Menschen der gröszere Umfang der medianen grauen Kerne, verglichen mit dem lateralen Kerne, mit der aufrechten Körperhaltung zusammen und auch wohl mit der hoch entwickelten Beweglichkeit der Augäpfel in der vertikalen Ebene. Ein umgekehrtes Verhalten (starke Entwicklung der lateralen grauen Kerne) bei den Grabtieren (Talpa, Abb. 30, S. 363), steht wohl mit der nach vorn unten gerichteten Grabtätigkeit in Verbindung.

KAPITEL 26.

DIE SUPRA-VESTIBULÄRE BEDEUTUNG DER ORALSTEN KERNE DER ZENTRALEN GRAUEN SUBSTANZ.

§ 1. Geschichtliches über die zentralen grauen Kerne.

Die ersten eingehenden Studien über die Anatomie des zentralen Höhlengraus verdanken wir SCHÜTZ [1]), der am Weigert-Pal-Material des FLECHSIG'schen Laboratoriums an Hand von Quer- und Sagittalserien des menschlichen Gehirns die Verhältnisse des gesamten zentralen Graus beschrieb. Nach ihm haben wir es da mit einem besonderen System von Bahnen und Kernen zu tun, das sich vom rostralen Abschnitt des Thalamus bis in das verlängerte Mark ausdehnt. Das *dorsale* Längsbündel (nicht zu verwechseln mit dem *hinteren* Längsbündel) verbinde alle Abschnitte des Systems, das mit sämtlichen Hirnnervenkernen in Faserverbindung stehe. Weiter finden sich im Grau des III. Ventrikels Commissurfasern: 1. die Commissura mollis, das Grau beider Thalami miteinander verbindend, 2. die Meynertsche Commissur, 3. Commissurfasern aus dem Markmantel des Roten Kernes. Spät — im 7. Monat der Schwangerschaft — erhält das dorsale Längsbündels seine Markumhüllung. Während nach MEYNERT das zentrale Höhlengrau zu den Unterbrechungsmassen des Projektionssystems gehört, vermutete SCHÜTZ auf Grund der BECHTEREW'schen Versuche eine Bedeutung des Systems für die Erhaltung des Körpergleichgewichts und

---

[1]) H. SCHÜTZ: Archiv f. Psychiatrie, XXII, 1891, S. 527.

für die Pupilleninnervation [1]), und er war vor allem überrascht durch den Faserschwund im zentralen Grau bei der progressiven Paralyse.

Über speziell angestellte anatomische Untersuchungen verfügen wir, wenn wir von den Arbeiten MARBURGs und seiner Schule absehen, für die Folge meines Wissens nicht. Wenn auch neuer Antrieb für weitere Vertiefung in diese Materie durch die Verbreitung der NISSL-Methode gegeben wurde, so kann man doch kaum behaupten, dasz die Kenntnis der zentralen grauen Substanz davon erheblich profitiert hätte. Denn man kam bei der Untersuchung der gewöhnlichen Versuchstiere nicht über eine immer weiter gehende Gliederung von Kernen hinaus. So unterscheidet ZIEHEN nicht weniger als vier gesonderte Kerne allein schon in der Gegend des Trochleariskerns, während als Reaktion darauf CASTALDI und MARBURG wieder mehr konservativ vorgingen. Am wenigsten hat man sich im allgemeinen bemüht, denjenigen Abschnitt der zentralen grauen Substanz zu analysieren, der insbesondere Objekt meiner jetzigen Ausführungen ist, näml. die am meisten rostralen thalamischen grauen Kerne. Die rein anatomische Analyse der zentralen grauen Substanz hat sicherlich wertvolle Besonderheiten der einzelnen Tierformen geliefert (GANSER für den Maulwurf, CASTALDI für das Meerschwein, SCHÜTZ und ZIEHEN für den Menschen) und hat sicherlich merkliche Unterschiede in der Gruppierung der grauen Kerne, ihrer Zellgrösze und Ausdehnung, nachgewiesen. Zu einer Gesamtauffassung des Gebildes, zu einer prinzipiell wichtigen Wertung der Hauptkerne hat sie uns bis jetzt noch nicht geführt. So weit hat man sich einigen können (CAJAL und MARBURG [2]), dasz die Aufgabe in technischer Hinsicht nur durch parallele Arbeiten an Zell- (Nissl-, Huber-Crosbyfärbung) präparatenserien, neben Weigert-Palpräparaten, zu lösen sei; wobei, wie ZIEHEN richtig bemerkt, man zu Fehlschlüssen kommen kann, falls man zu leichtherzig einen Zusammenhang zwischen Fasersystemen und Kernen annimmt. Auch soll man nach CAJAL das peri-ependymale Kernsystem [3]) gesondert betrachten, Verwechslung der Commissurkerne sorgfältig vermeiden und, mit MARBURG, sich zu einigen suchen über die Nomenklatur. Wenn mir auch die MARBURG'schen Vorschläge hierin befolgenswert vorkommen, so möchte ich nur das, was er als Nuc. medianus anuli beschreibt, eher Nuc. Raphe grisei nennen, in der Absicht, den Namen Nuc. medianus für den beim Menschen und Elephanten so groszen Nuc. medianus grisei zu bewahren. Sehr richtig weist MARBURG auf die Wichtigkeit des Systems für die vestibulären und Augenmuskel-

---

[1]) Die Vermutung DARKSCHEWITCH', seine Nuc. commissurae posterioris hätte Bedeutung für die Innervation der inneren Augenmuskeln, zur PANEGROSSIs Zeit (1897) noch diskutabel, scheint mir durch die neueren Beobachtungen überholt. Ebenso diejenige PÖTZLs (Monatschr. f. Psych., Bd. 64).

[2]) MARBURG: Obersteines Arb., Bd. 33, 1931, S. 335.

[3]) Den schon eingebürgerten Namen für SCHÜTZ' Bündel: Fasciculus longitudinalis dorsalis behält man besser bei.

kerne hin, worauf wir zurückkommen; in dem Tuberbündel des SCHÜTZschen Systems glaubt er einen Anteil des WALLENBERG'schen basalen Riechbündels zu erkennen.

Nach den obigen Auseinandersetzungen erübrigt es sich wohl, darauf hinzuweisen, dasz der von KÖLLIKER gehegte Zweifel, ob die zentralen grauen Kerne gröszenteils aus Gliazellen beständen, auf Grund der neueren Erfahrungen überholt ist: sonst wären ja die Befunde bei den Walen und Elefanten kaum zu verstehen, und auch die Arbeiten der MARBURG'schen Schule (STENGEL, SHEEHAN) wären damit nicht zu vereinigen. In gleicher Weise scheint mir die Ansicht JACOBSONs und MALONEs: die kleineren Zellen der grauen Substanz seien ohne weiteres als sympathische Kerne zu betrachten, nicht haltbar. Denn erstens wissen wir, dasz die Zellengrösze der supra-vestibulären Kerne erhebliche Unterschiede aufweist; man denke an den Unterschied in der Hinsicht zwischen dem reticulären Kern: Nuc. interstitialis, und dem der zentralen grauen Substanz einverleibten Kern: Nuc. commissurae posterioris; und zweitens sind die Zellen des lateralen grauen Kerns (vergl. S. 373) gröszer als diejenigen des medialen grauen Kerns, während in beiden an verschiedenen Stellen Konglomerate bedeutend gröszerer Zellen gefunden werden. Es ist übrigens nicht ohne Interesse, dasz in den Figuren beider letztgenannten Forscher hier und da (JACOBSON, Fig. 26, 27; MALONE, Fig. 8) die von mir lateraler grauer Kern genannte Zellenanhäufung sichtbar ist. Der laterale Kern fällt ja auf durch seinen gröszeren Reichtum an Zellen, die auch etwas gröszer sind, und vor allem durch die ganz andre Weise der Zellenanordnung. Auch in INGRAMs, HANNETTs und RANSONs Beschreibung [1]) des Diencephalons der Katze (ihre Fig. 14 und 16) sieht man sehr schön, im Hypothalamus, lateral von dem Ventrikelspalt, wie die ventro-dorsal gerichtete Fasermasse des zentralen Graus sich um eine dreieckige Zellenmasse (meinen Nuc. lat. grisei) spaltet, ebenso wie in FUSE und OGAWAs rezenter Arbeit (Fig. 16). Dasz diese Zellmasse mit ihrem Nuc. subparafascicularis identisch sein könnte, scheint mir nicht annehmbar, denn auf Fig. 14 ist der laterale Kern noch da, aber nicht mehr ihr Nuc. subparafascicularis. — Weiter findet man eine Andeutung des Nuc. lateralis grisei in RIOCHs Abhandlung [2]) in Fig. 6, wo er die abweichend gerichteten Markfasern dieses Kerns Fibrae parafasciculares tegmentales nennt. Vergl. auch S. 340, sein abnormales Faserbündel des peri-ventriculären Systems. Anderseits kann ich keine Sicherheit erlangen, ob FRIEDMANN [3]), MIURAS, PINES' und HO NIEN CHUS [4]) Nuc. parafascicularis, der den Retroflexus teilweise umgibt, mit meinem Nuc. lateralis grisei identisch ist, aber der vordere Abschnitt des letzten geht sicherlich in den parafascicularis über. Weiter findet man den lateralen grauen Kern in folgenden Abbildungen dargestellt: D'HOLLANDER und GURDJIAN sehen den Nuc. parafascicularis als hinteren Abschnitt des Nuc. medianus thalami pars dorsalis. Weiter bei GURDJIAN [5]) in Abb. 17 und 18 und LEGROS CLARK [6]) in

---

[1]) INGRAM et al.: Jnl. Comp. Neur., V. 55, 1932, S. 386.

[2]) RIOCH: Jnl. Comp. Neur., V. 53, 1931, V. 49, Fig. 13.

[3]) FRIEDMANN: Jnl. f. Physiologie und Neurol., Bd. 18, 1911, Abb. 7. Vergl. auch PINES, Bd. 33, 1927, Abb. 3.

[4]) HO NIEN CHU: Nat. Research Instit. of Psychol. Peiping, China, July 1933. Abb. 10. Auch. E. GRÜNTHAL: Jnl. f. Psych., Bd. 46, 1934. Abb. 306, S. 81.

[5]) GURDJIAN: Jnl. Comp. Neur., V. 43, 1927.

[6]) LEGROS CLARK: Jnl. of Anatomy, V. 63, 1929 un V. 64.

Abb. 6 und 7 von Tupaja und Abb. 9 von Tarsius und bei Loo [1]) in Abb. 65—67 von Opossum. Während bei allen untersuchten Tierformen die kleineren Zellen des medialen grauen Kerns ziemlich weit auseinander liegen, aber stets in dorso-ventralen Reihen angeordnet sind, liegen die Zellen des lateralen Kerns öfters in einer Spirale; und bei den Weigert-Palpräparaten fällt auf, dasz die Faserrichtung der langen Fasern in dem medialen Kern ebenfalls dorso-ventral gerichtet ist, dasz dagegen die Fasern im lateralen Kern meistens kurz und dazu quer gestellt sind. Bei Stengels Abb. 1 (S. 425) hege ich schweren Zweifel, ob die Darkschewitch genannte Zellenanhäufung nicht viel mehr meinem lateralen Kern entspricht. An der Hand des Unterschiedes in der Richtung der Zellen kann man hier sehr gut den lateralen Kern (D) von dem medialen Kern mit mehr auseinander liegenden, in dorso-ventralen Linien angeordneten Zellen unterscheiden. Niemals sah ich beim Menschen den Nuc. commissurae posterioris so weit, wie hier angegeben, vom Nuc. interstitialis entfernt. Nach meinem Dafürhalten ist die etwas ausbuchtende dunkelbuschige Stelle lateral vom Cp-Strich in Abb. 5 als lateraler grauer Kern anzusehen.

Bekanntlich steht über die Homologisierung der Thalamuskerne der Vögel und Säugetiere noch recht wenig fest. Es scheint mir nach den Erfahrungen mit der Osmiummethode, dasz der Nuc. ovoidalis von Huber und Crosby enge Verbindungen mit dem Nuc. lateralis grisei unterhält (vergl. auch Groebbels und Rendahl). Huber und Crosby meinen im Stiel des Nuc. ovoides eine Verbindung mit dem Tectum zu erkennen; diese Faserung wurde indessen meinerseits als Endglied der Tr. cerebello-diencephalicus erkannt (S. 60 dieses Werkes).

Glücklicherweise mehrten sich in der letzten Zeit die Studien über die peri-ventriculären Kerngruppen der niederen Vertebrate (Kappers' und Holmgrens Schulen), wodurch eine genauere Homologisierung dieser Kerne in der nahen Zukunft nicht ausgeschlossen erscheint.

Übersehen wir die Literatur aus den letzten 20 Jahren, dann möchte ich bemerken, dasz man vielleicht mit Schütz dazu neigte, aus dem Auge zu verlieren, dasz wir schlieszlich, nach Obersteiner, in der zentralen grauen Substanz nichts anders als den ältesten Abschnitt des Zentralorgans zu sehen haben, dem alle weitere Teile nachträglich angefügt worden sind, und dasz die Eigentümlichkeiten des Systems (geringe Markumhüllung der Fasern, Eigenart der Zellen) blosz diesem Umstande zuzuschreiben sind; dasz m.a.W. die Schütz'sche Auffassung des zentralen Systems als eines gesonderten in sich selbst geschlossenen Systems ein Fehlschlusz sei. Eher spricht uns die Auffassung an, dasz man es hier mit Bahnen und Kernen zu tun habe, die nur, als Folge der genannten Umstände (ältester Teil), dem Untersucher mehr Schwierigkeiten bereiten als sonstige Abschnitte.

Namentlich die Geschichte der Commissurkerne im vorigen Paragraphen scheint mir Hinweise in dieser Richtung zu geben. Haben wir doch den Nuc. commissurae posterioris als einen richtigen Bestandteil der *zentralen grauen Substanz*, dagegen den Nuc. interstitialis, der funktionell mit dem ersten auf eine Linie zu stellen und mit demselben in mehreren Hinsichten (zentripetale und fugale Verbindungen) so sehr verwandt ist, als *reticulären* Kern kennen gelernt. Im selben Sinne spricht der unmerkbare Übergang der zentralen grauen Kerne in die medialen Thalamuskerne,

---

[1]) Loo: Jnl. of Anatomy, V. 52, 1931.

wie schon von SCHÜTZ betont wurde. NISSL und STERZI [1]) teilen den medialen Thalamuskern in mehrere Abschnitte, alle in engster Verbindung mit dem zentralen Grau. Die m.E. nicht motivierte Sonderstellung, die man allgemein den zentralen grauen Kernen zuzuschreiben geneigt ist, ersieht man z.B. daraus, dasz, wenn MAGNUS und die amerikanische Schule (u.a. COBB, BAILEY und HOLT) sich überlegen, welche Kerne in der Grenzgegend Mittelhirn-Zwischenhirn für das Entstehen der Enthirnungsstarre überhaupt in Betracht gezogen werden könnten, diese grauen zentralen Kerne ganz und gar übersehen werden!

§ 2. *Die Gliederung der zentralen grauen Kerne und ihre Verbindungen mit den Augenmuskelkernen.*

Es wollte mir vorkommen, als ob die genannten Schwierigkeiten der anatomo-physiologischen Analyse dieses Gebietes unüberwindlich bleiben müszten, bis wir an groszem Materiale (Hirnserien der verschiedensten Säuger) auf hypertrophische Zustände der einzelnen Kerne stieszen. Hier hilft uns die Beobachtung, dasz, wenn, wenigstens unter den supra-vestibulären Gebilden, ein Kern zu besonderer Entwicklung kommt, er eo ipso von einer eigenen fibrösen Kapsel umgeben ist (vergl. Abb. 33, S. 366 des Choloepus, des Faultieres).

Eine weitere Erfahrung, welche wir beim Studium der Kerne der hinteren Commissur und der zentralen grauen Substanz gemacht haben, und die auch MARBURG und STENGEL nicht entgangen ist, ist, dasz vielfach die beiden Commissurkerne (d.h. der Nuc. comm. posterioris und Nuc. interstitialis) miteinander oder einer derselben mit den grauen Kernen verschmelzen (d.h. mit den Kernen der zentralen grauen Substanz); bekanntlich sieht man, dasz sich bei den am meisten untersuchten Tieren (Kaninchen, Katze) Nuc. interstitialis und Nuc. commissurae posterioris gegenseitig durchdringen. Hierbei, ebenso wie bei den groszen Unterschieden jener Kerne überhaupt, stellt sich heraus, dasz man die extremen Zustände bei den Tierformen trifft, welche besonders schnelle oder eigentümlich gerichtete Lokomotionen machen, besondere Stellungen einnehmen. Unter diesen Umständen verliert die von WINKLER und MARBURG vertretene Ansicht, dasz das dorsale Längsbündel und die zentralen grauen Kerne auf Grund ihrer anatomischen Verbindungen mit den Riech- und Geschmackszentren ein den vegetativen Funktionen dienendes System sei, viel von ihrer Anziehungskraft. Denn erstens hat schon KÖLLIKER betont, dasz man eigentlich nicht von einem Längsbündel sprechen könne, weil keineswegs die Längsfasern in den oralen Abschnitten die Mehrheit bilden; vielmehr kann man die verschiedenste Faserrichtung in verschiedenen Abschnitten des zentralen Graus feststellen, namentlich die Grenze zwischen medialem und lateralem Kern ist meistens leicht zu finden; und zweitens kann man, bes. bei den Tieren, wo die zentralen grauen Kerne hypertrophisch sind (Walen, Seehunden,

---

[1]) STERZI: Anatomia del Sistema nervoso, 1915, II, S. 607.

Elephanten, Choloepus, Eichhorn usw.), Verbindungen mit dem Caudatum, Ggl. habenulae (MARBURG), wahrscheinlich auch mit dem zentralen Tegmental- oder Haubenbündel und den unteren Oliven feststellen; CASTALDI nennt auch: Pedunculus corporis mammillaris, Lemniscus, Nuc. interpeduncularis, H.L.B., Raphekerne, Formatio reticularis, Nuc lateralis profundus mesencephali, IV-, III-Kerne. PROBST weist mit v. MONAKOW darauf hin, die zentrale graue Substanz gehöre zu der Gruppe der Thalamuskerne, welche nach einer noch so ausgedehnten corticalen Läsion niemals Veränderungen zeigen. KELLER hat als erster [1]) nachgewiesen, dasz nach einer Verletzung der unteren Oliven entartete Fasern, bes. gekreuzte, sich dahin begeben, wo das zentrale Höhlengrau anfängt sich zum medialen Thalamuskern zu entfalten.[2]) — Was die efferenten Bahnen, mit der Osmiumfärbung dargestellt, betrifft, so ist die Ausbeute ebenfalls beschränkt. Wichtig scheint mir der PROBST'sche Nachweis — den ich des Autors Photogrammen, nicht seiner Beschreibung entnehme [3]) — dasz sowohl der laterale als der mediale graue Kern direkte Verbindungen mit den III-Kernen unterhält.[3]) Meinerseits habe ich bei Katzen und Tauben mich überzeugen können, dasz die dorso-medianen (oder nach MAJANO [4]) sublongitudinalen) Bündel sehr stark entwickelt sind bei den Tieren, welche einen maximal entwickelten grauen Kern besitzen (so die Wale mit enormem lateralem Kerne und Elephanten mit groszem medialem Kerne); sie führen gröszenteils efferente Fasern aus den grauen Kernen und zwar meist gekreuzte; Faserbündel, welche sicher zum Teile in den unteren Oliven sich aufsplittern. Es liegt mir fern, die ziemlich komplizierten SCHÜTZ'schen Bündel auch nur teilweise mit den abführenden Bahnen der grauen Kerne identifizieren zu wollen.

Nachdem ich mich etwa 20 Jahre lang mit Experimenten in dieser Gegend an verschiedenen Tiergruppen an der Forschung beteiligt hatte, hätte auch ich zweifellos mehrmals, nach BROWN-SÉQUARDS, BECHTEREWS und PROBSTs Erfahrungen, nach eigenen Läsionen der medianen Thalamusabschnitte an Katzen, sowie nach der Beobachtung der frühen vertikalen Störungen bei Tumoren der Mittellinie (u.a. der Epiphyse und des Balkens) eine mögliche Bedeutung der zentralen grauen Kerne für die Zwangs- und Augenbewegungen in der vertikalen Ebene in Betracht gezogen, wenn ich nicht über anatomisch-physiologische Ergebnisse verfügt hätte, die eindeutig auf die Bedeutung des Neostriatums für die betreffenden vertikalen Abweichungen hinwiesen. Auch die Beobachtung einer vertikalen Blickstörung durch Herde im Neostriatum (u.a. ALA-

---

[1]) KELLER: Arch. f. Anat. (u. Phys.), 1901, S. 202. Das betreffende Tier (Katze) lief „mit steifen hohen Hinterpfoten".

[2]) Nach WHITAKER und ALEXANDER (Jnl. f. Psychol., Bd. 44, 1932) endigen auch die vestibulo-mesencephalen Fasern vielfach in para-ependymalem Gewebe (d.h. der grauen Kerne).

[3]) PROBST: Arch. f. Psych., Bd. 33, 1900, Fig. 11, 14.

[4]) MAJANO: Monatschr. f. Psych., Bd. 13, 1903, S. 13.

JOUANINE und THÜREL [1]) sprechen in dem Sinne. Wenn ich deshalb in späteren Jahren mich mit Experimenten in dieser Gegend befaszt habe, so war es vielmehr auf die Vermutung hin, im Anschlusz an Versuche an Goldfischen, dasz den MEYNERT'schen und VICQ D'AZYR'schen Bündeln eine Bedeutung für die vertikalen Bewegungen beizumessen sei.

Wenn man an Hand eines reichen Materials von Schnittserien zahlreicher Säugetierfamilien, wie sie sich im Amsterdamer Zentral-Institut für Gehirnforschung vorfinden, sich über die zentralen grauen Kerne orientiert, und zwar sowohl an Weigert-Pal- als an Nisslfärbungen, sowohl an vielen Fällen von frontalen als auch von horizontalen Durchschnitten, so heben sich gleich zwei Formen heraus und zwar: das Hirn der Elephanten (Abb. 36) und dasjenige (Abb. 31, S. 364) der Wassersäugetiere (Natantia); zwei Formen, welche — ein wohl nicht zu übersehender Umstand — auch in der Zusammenstellung ihrer unteren Oliven besondere Unterschiede aufweisen.[2])

Abb. 36. Schnittserie des Elephanten.

Bei diesen beiden Tieren finden wir anatomische Verhältnisse in den ventralen Abschnitten der zentralen grauen Substanz, welche dermaszen unter sich und zusammen von den Verhältnissen bei den landläufigen Säugetiertypen abweichen, dasz aus ihrem Studium eine neue Auffassung, eine neue Gliederung dieser grauen Kerne sich ergibt. Vergleicht man die Verhältnisse in der Schnittserie meiner Abb. 31 und 36, meine Photos

[1]) ALAJOUANINE und THÜREL: Revue Neurologique, 1931; Ausführliches siehe S. 244.

[2]) Wie unlängst (Anatomischer Anzeiger, 1934, Bd. 77, S. 374) betont wurde, erfährt der laterale Abschnitt der Oliven beim Elefanten, der mediane Abschnitt derselben bei den Wassersäugern eine ganz besondre Entwicklung. Vergl. hierüber KOOYS Arbeit (Auch Abb. 14, 16, 17, S. 138).

Abb. 14 a b und 16 a b, SS. 135—138, oder legen wir uns die Abb. 9, 19, 11 und 12 der PREÇECTEL'schen Abhandlung über das Elephantengehirn vor, so kann man in den zwei, in der Mittellinie vollständig verschmolzenen Nuc. elliptici unschwer, dem Faserverlauf nach, zwei Abschnitte unterscheiden. Im medio-ventralen Abschnitt herrscht ausschlieszlich die dorsoventrale Verlaufsrichtung vor (Abb. 36 b, c, d, e, f, g, PREÇECTELS Abb. 9, 10, 11). Dagegen findet man im dorso-lateralen Abschnitt — am besten in den rostralen Teilen (in Abb. 36 und PREÇECTELS Abb. 12, wo selbst vom ventro-medianen Abschnitt noch kaum die letzten Überreste zu sehen sind und der von PREÇECTEL in KAPPERS' Laboratorium gefundene Verbindungsteil mit dem Fornix) — dasz die Faserverlaufsrichtung eine gemischte ist mit — in dem lateralen Teil wenigstens — Vorherrschen der lateralen Verlaufsrichtung, wobei sie anscheinend mit dem Neostriatum, dem Noyau médian Luys und mit dem zentralen Haubenbündel Verbindungen herstellt. Die Beobachtung dieser Verhältnisse wird noch deutlicher, wenn man die Karminpräparate derselben Serie zum Vergleich heranzieht. Die Richtung der Fasern tut sich hier in der „Strömung" der Zellenreihen kund; und das Erkennen der Zweiteilung der rostralen grauen Kerne wird dadurch erleichtert, dasz nicht selten beide Zellmassen von einem gliösen Vliesz umgeben zu sein scheinen; eine förmliche Kapsel erkennt man leicht um den latero-dorsalen Kern in Abb. 12 (PREÇECTELS). Es ist wohl eine Folge des kräftigen Wachstums der medio-ventralen Kerne beim Elephanten (Abb. 36), dasz in der Mittellinie von dieser Kapsel nur ein verschwindender Rest vorhanden ist.

Kurz und gut, die genaue Durchsicht des Nuc. ellipticus des Elephanten zeigt uns, dasz bei diesen Tieren der medio-ventrale Abschnitt der zentralen grauen Substanz oder der mediane graue Kern ganz gewaltig gewachsen ist, und Verbindungen unterhält mit dem Fornix (Riechanteile), den Oculomotoriuskernen, mit der hinteren Commissur, mit der FOREL'schen Kreuzung und den bei Elephanten stark entwickelten dorso-ventral laufenden pontinen Raphebündeln.[1]) Dagegen erscheint der dorso-laterale Kern, wenn auch mächtig entwickelt [2]), doch nicht so übermäszig grosz wie der medio-ventrale graue Kern; mutmaszliche Verbindungen werden auch von diesem Kern mit Neostriatum, zentralem Haubenbündel [3]), Oculomotoriuskern, hinterer Commissur, FORELS Kreuzung, pontinen

[1]) Nach Osmiumversuchen an Katzen und Tauben splittert sich eine Mehrzahl dieser Fasern in den unteren Oliven auf. Auf Grund dessen findet sich die starke Entwicklung des raphealen pontinen Bündels im Falle des Elephanten (und auch im Falle des Focaena) mit der entsprechenden monströsen Entwicklung der Oliven in vollständiger Übereinstimmung.

[2]) Auch der mediane Olivenkern ist stark entwickelt.

[3]) A. ALEXANDER verdanken wir den Nachweis, dasz man bei Nasua socialis (Nasenbär) ein direktes Übergehen von Fasermaterial aus dem zentralen Haubenbündel zwischen IV- und III-Kernen ins Griseum centrale sieht.

Raphebündeln und unteren Oliven unterhalten. Die mächtige Entwicklung des ganzen elliptischen Komplexes hat zweifellos die ungewöhnlich scharfe Buchtung im Verlauf des F. retroflexus (Abb. 36 f) herbeigeführt. Beide Kerne erscheinen ziemlich gleichmäszig aus ungefähr gleich kleinen Ganglienzellen zusammengestellt.

Legen wir uns jetzt wieder Abb. 14 a und b (S. 136) von Focaena und die HATSCHEK'schen Abb. 18—21 des Delphins vor. Da treffen wir im sogen. Nuc. ellipticus einen ähnlichen aber zweifellos ganz anders entwickelten Zustand. Dabei ist das Bild dadurch kompliziert, dasz auch andre supravestibuläre Kerne (Nuc. commissurae posterioris und Nuc. interstitialis) übermäszig entwickelt sind, ev. miteinander verwachsen. Bei Focaena und wohl schöner noch beim Delphin, erkennt man leicht die Existenz eines im Vergleich mit dem Elephanten genau umgekehrten Verhältnisses. Wie schon Abb. 31 d, e, f (S. 364), und Abb. 18 und 19 HATSCHEKS zeigen, besteht hier eine vorwiegend in *lateraler* Richtung gehende Entwicklung der grauen Kerne; über die ganze rostro-caudale Ausdehnung des Gebildes ist hier von einem Verwachsen der elliptischen Kerne in der Mittellinie, wie beim Elephanten, nirgends die Rede; und ebenfalls anstatt einer überwiegenden dorso-ventralen Richtung der Fasern herrscht hier (Delphin) der für den latero-dorsalen Abschnitt des Elephanten typisch gefundene Zustand (gemischte und vorherrschend laterale Faserrichtung) vor. Das Vorherrschen des lateralen grauen Kerns über den medio-ventralen — so augenfällig beim Delphin — ist bei Focaena — wie Abb. 31 f zeigt — und auch bei Balaenoptera purfurea (Abb. 17 b, S. 139) bemerkenswert. Einen weiteren Unterschied gegenüber dem Befund beim Elephanten zeigt das Verhältnis der Oculomotorius- zu den Commissurkernen. Während beim Elephanten das Erkennen des Nuc. commissurae posterioris und des Nuc. interstitialis kaum schwieriger als beim gewöhnlichen Säuger ist und diese Kerne, welche, wie wir wissen, Lokomotion und Augenbewegungen in der horizontalen und frontalen Ebene beherrschen, keineswegs besondere Verhältnisse aufweisen [1]), liegen die Dinge bei Focaena anders. Ich glaube im Gebilde des Delphins, das HATSCHEK für den III-Kern ansieht (vergl. dessen Fig. 18), eine besondere Entwicklung jener commissuralen Doppelkerne erkennen zu können, und zwar übertrifft der Umfang dieser Kerne denjenigen der landläufigen Säugern derart, dasz — was man vielleicht nur noch beim Sciurus und Choloepus angedeutet findet — der Doppelkern von einer eigenen Kapsel, einer deutlichen Bindegewebelamelle umgeben ist. Ein Befund der weder bei Focaena, noch bei Balaenoptera, noch beim Seehund (Foca vitulina, Abb. 32, S. 365), wo RIESE einen elliptischen

———————

[1]) Es läszt sich dies wohl nicht anders erwarten, denn die Beweglichkeit des Elephanten in der horizontalen und frontalen Ebene steht eher hinter derjenigen des gewöhnlichen Säugers zurück; im Gegensatz zu derjenigen der Wassersäugetiere, die auch in dieser Hinsicht Bewundernswertes leisten.

Kern nachzuweisen versuchte [1]), vorkommt. Blosz die medianer gelegenen kleineren grauen Massen der Fig. 18 HATSCHEKS und SCHLESINGERS glaube ich als III-Kern ansehen zu müssen. Mit dieser Auffassung findet sich der Umstand in Übereinstimmung, dasz beim Delphin (Fig. 18 HATSCHEKS) die III-Wurzeln blosz scheinbar in den medianen Kernen zu verschwinden scheinen; weiter, dasz, bei Focaena wenigstens, nur scheinbar die von mir als Commissurkerne angesehene Zellenmasse Oculomotoriuswurzelfasern den Ursprung gibt. Wie Abb. 31 d angibt, verschwinden die Oculomotoriuswürzelchen beim Focaena ausschlieszlich in der medianen Hälfte des Kerns. Auf Grund der mir zur Verfügung stehenden Präparate kann ich weder bejahen noch verneinen, dasz histologische Unterschiede in den zwei Abschnitten des Kerns beim Focaena vorhanden sind. Die weiteren Abbildungen der HATSCHEKschen Abhandlung geben zu weiteren Bemerkungen keinen Anlasz. Im Barten-Walenhirn scheinen, nach WILSONS [2]) Zeichnungen S. 139 dieses Werkes) zu urteilen, wieder andre Verhältnisse vorzuliegen. In der Tat hat RIESE richtig beobachtet, dasz beim Seehund (der zu der Säugetierklasse der Pinnipedier gehört, mit den eigentlichen Wassersäugetieren nichts zu schaffen hat und, wie JELGERSMA ausführt, einer weniger als die Wale an das Wasserleben angepaszten Tierform [3]) entspricht) ebenfalls besondre Verhältnisse hinsichtlich der Commissur- und Griseumkerne vorherrschen. Ich glaube aber den Sachverhalt anders als RIESE interpretieren zu müssen. In einer Schnittserie des Seehundes im hiesigen Hirninstitut kann man in der Tat oral von den III-Kernen zwei Zellmassen entstehen sehen (Abb. 32 links, S. 365), welche aber, beim Verfolgen der Serie oralwärts, nach beiden Seiten einen direkten Übergang zu den Nuc. commissurae posterioris zeigen. Beide ventralen Absätze der Commissurkerne sind vom mächtigen Tr. dorso-medianus (die grauen Kerne wohl mit den Oliven verbindend) deutlich geschieden. Wir haben es hier deshalb mit einem ganz besonders spezialisierten Commissurkern zu tun und keineswegs, wie RIESE vermutet, mit einem Nuc. ellipticus im oben ausführlich geschilderten Sinne. Die Körperform dieses nicht so vollständig wie die Wale an das Wasserleben angepaszten Tieres ist vielmehr die des gewöhnlichen Säugers , nur mit dem Unterschied, dasz der hintere Körperabschnitt, Schwanz und untere Extremitäten, gewissermaszen die platte Schwanzform der Wale nachahmt. Die Lokomotion erinnert insoweit an diejenige der Wale, als den Seehunden das Überstürzen nach vorn ebenso wie das Rollen um die Längsachse besser liegt, aber auch das Aufrichten auf den vorderen Extremitäten geht ihnen nicht ganz ab. Was aber be-

---

1) RIESE: Gesamte Neur. und Psych., CX, 1924, S. 591.

2) WILSON, R. B.: Jnl. Comp. Neur., V. 58, 1933, S. 469.

3) M. WEBER: Die Säugetiere. Unter Mitwirkung von O. ABEL und H. DE BURLET, 1928. Andre Zeichen der geringeren Anpassung an das Wasserleben: Erhaltensein des Geruchs, des Halses, des Ohres, der Körperhaare; Verhalten des Penis und der Zitzen.

sonders bei diesen Tieren (Seehunden) auffällt, ist die auszerordentliche Gewandtheit, mit welcher sie ihnen zugeworfenen Fische auffangen und die Geschwindigkeit, mit der sie im Wasser blizschnell ihre Schwimmrichtung ändern können, alles Funktionen, die wir, aus andren Erfahrungen,

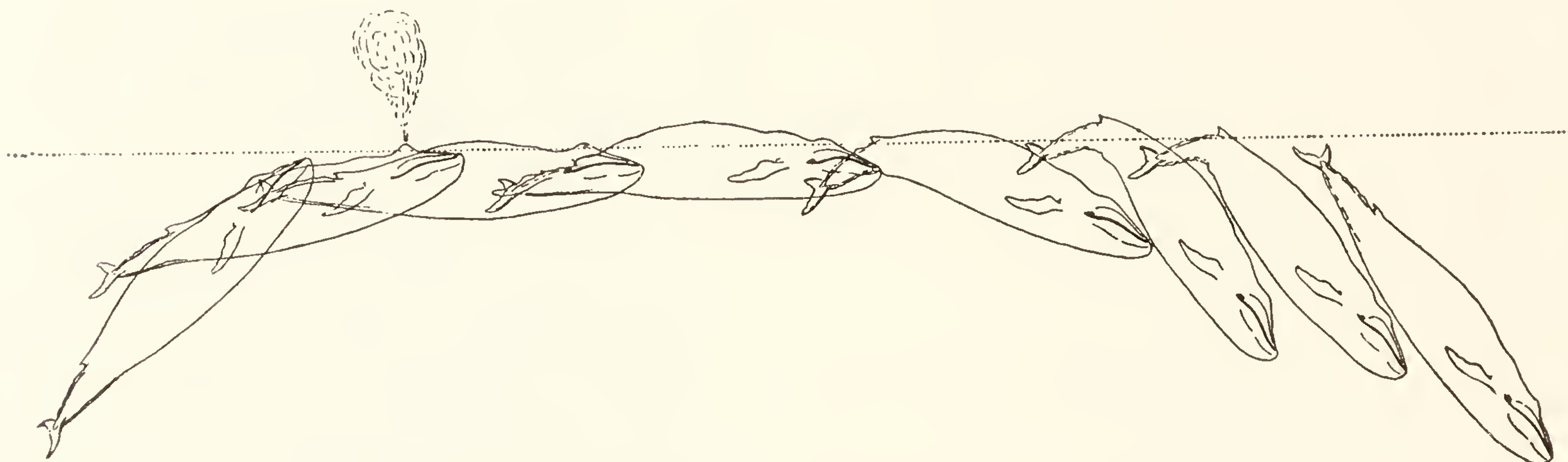


Abb. 37. Habituelle Bewegungsart des Balaenoptera musculus, zwischen dem Atemzug und dem Untertauchen (nach RACOVITZA, Voyage du S.Y. Belgica, 1903.)

glaubten, den Commissurkernen zuschreiben zu müssen; und derjenige, der diese Tiere im Zirkus mit Fuszballen hat kopfspielen, diese auffangen und gewandt wieder einem Gefährten zuwerfen sehen, wie es kein geübter Fuszballexpert besser kann, wird zugeben müssen, dasz diesen Tieren auszer der Anpassung an das Wasserleben auch eine ganz besondre Gewandtheit in andren Hinsichten eigen ist. Sowohl der laterale wie der mediane Olivenabschnitt — nämlich die caudalen Teile — sind sehr gut entwickelt [1]), er verfügt, wie wir SS. 365 und 369 sahen, über einen ganz besonderen Commissurkern, einen starken, bes. oral entwickelten Nuc. interstitialis; der mediane graue Kern ist gut, der laterale mächtig entwickelt. Auch hier erkennt man die Zugehörigkeit des elliptischen Kerns zu der zentralen grauen Substanz an der starken Ausbuchtung des MEYNERT'schen Bündels.

§ 3. *Die Kerne der zentralen grauen Substanz und die unteren Oliven. Wahrscheinliche verwandte funktionelle Bedeutung dieser Gebilde.*

Betrachten wir zunächst ausschlieszlich den rein anatomischen Tatbestand und fragen wir uns: Falls die oben vorgetragene Auffassung über die elliptischen Kerne als besondre Entwicklung zweier grauen Kerne zu Recht besteht, so müszte ein erneutes Studium der zentralen grauen Substanz verschiedener Säuger Resultate ergeben, welche zu dieser Anschauung nicht im Gegensatz stehen. Es will mir scheinen, dasz, wenn auch die zentralen grauen Kerne sich als zahlreicher und komplizierter erweisen

---

[1]) Die mediane Olive hat eine besondre Entwicklung caudalwärts, wie ich es bei keinem Säuger gefunden habe.

sollten, als man bis jetzt vermutet, doch die beim Durchsehen verschiedener Säuger von mir verfertigten Notizen meine obigen Resultate, teilweise auch diejenigen E. STENGELS [1]) und H. ZWEIGS [2]), zu bekräftigen imstande sind. Ich glaube, dasz diese Ergebnisse an verschieden Säugertypen mit sehr verschiedener Ausbildung in ihren Haltungs und Lokomotionsverhältnissen zu folgenden Schlüssen führen:

1. Dieselbe Erfahrung, welche beim Studium der unteren Olive gemacht wurde, näml. dasz besondre Konfigurationen des Organs da gefunden werden, wo besondre posturale und Lokomotionsverhältnisse vorliegen, wird auch im Falle der commissuralen und der zentralen grauen Kerne gemacht. So liegt die Annahme nahe, dasz der starke, umkapselte Commissurkern des Choloepus zu den bekannten gewandten Umdrehbewegungen des Kopfes in Beziehung steht, und die besondre Entwicklung des Nuc. interstitialis der kleineren Wassersäuger (Delphin, Seehund) zu ihrer bekannten Neigung blitzschnelle Rollung um die Achse zu vollführen; die starke Entwicklung desselben Kerns beim Semnopithecus (Abb. 38) zu dessen bekannter Akrobatik.

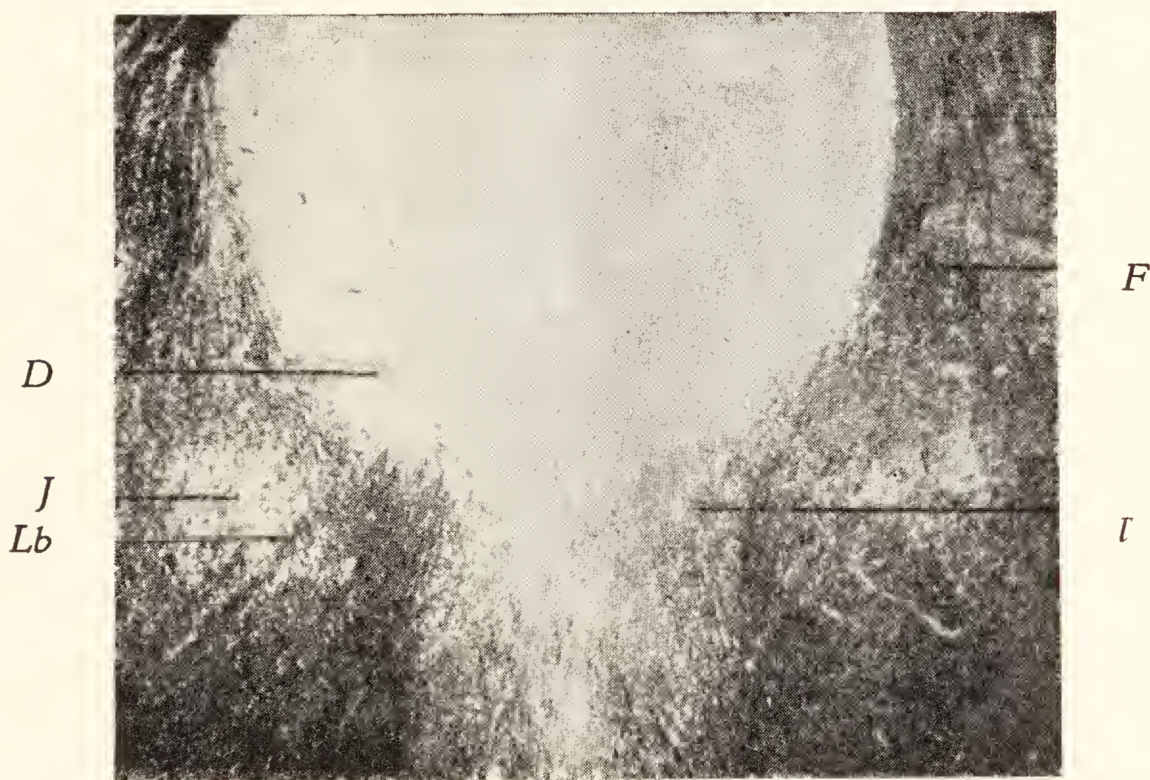


Abb. 38. Semnopithecus entellus. Markscheidenfärbung, nach STENGEL. *J* = Nucleus interstitialis; *D* = Areal des Nucleus Darkschewitsch; *F* = Fasern der hinteren Kommissur, in den Nucleus interstitialis einstrahlend; *f* = Fasern, die aus der Gegend des Nucleus Darkschewitsch medio-ventralwärts ziehen; *Lb* = Querschnitte des hinteren Längsbündels.

2. Wenn wir in rein anatomischem Sinne die Beobachtungsergebnisse an den grauen Kernen uns überlegen, so winden wir hier ähnliche Verhältnisse, wie sie sich beim Studium der unteren Olive und der Commissurkerne herausgestellt haben. Der beim gewöhnlichen Säugertypus gefundene

[1]) E. STENGEL: Arb. a. d. Neurol. Institut Wien, Bd. 26, 1924, S. 421.
[2]) H. ZWEIG: Jahrbücher f. Psych., Bd. 41, 1922, S. 18.

Zustand ist so, dasz im zentralen Grau eine Anzahl Kerne und eine gewisse Fasermasse vorhanden sind, so dasz der ganze Komplex sich als eine ziemlich gleichmäszige graue Masse darstellt, in welche nur hier und da die meist schwach ummarkten Nervenfasern etwas Zeichnung zu bringen vermögen. Sobald jedoch — in Verbindung mit gewissen besonderen posturalen und lokomotorischen Anpassungen — zwei der wichtigsten grauen Kerne (der mediale und laterale) eine besondre Entwicklung erfahren, werden diese Kerne umkapselt [1]), zeigen sie ihr eigenes Gepräge in Zellenstruktur, ein eigenes Verhalten der zuführenden und abführenden Fasermassen, Verhalten zu den Commissurkernen, zur hinteren Commissur, zum Ganglion habenulae, F. retroflexus, zur mittleren Commissur und vor allem zum medialen Thalamuskern. So lieszen sich die bei den verschiedenen Wassersäugern, beim Elephanten, Faultier, Maulwurf (Abb. 30) (S. 363), Eichhörnchen (Abb. 30) und den Marsupialern gefundenen Verhältnisse erklären. Auch die Unterschiede in der Faserrichtung, welche man beim Durchsehen der horizontalen und frontalen Schnittserien der zentralen grauen Substanz der „gewöhnlichen" Säuger vorfand, erweisen sich mit meiner Auffassung in Übereinstimmung.

Man kommt also dazu, die vergleichend-anatomischen, aber auch die experimentellen und klinischen Erfahrungen an den unteren Oliven für das bessere Verständnis *der zentralen grauen Kerne* heranzuziehen. Da erkennen wir zunächst unter den besonders spezialisierten Säugern ein eigentümliches Zusammenvorkommen einer monströsen Entwicklung der *medianen Abschnitte der Oliven* mit einer monströsen Entwicklung des *lateralen grauen Kernes,* und zwar bei den *Walen.* Man erinnere sich, dasz von mir seit vielen Jahren [2]) auf die wahrscheinliche Bedeutung des *medialen* Olivenabschnitts für die Lokomotion nach vorn unten, im Sinne der *Beugung* des Körpers, der *lateralen* Olive für die entgegengesetzte Lokomotion (nach oben und hinten) und für die *aufrechte* Stellung hingewiesen wurde. Mit der letzteren Annahme stünde ebenfalls die gewaltige Entwicklung der lateralen Oliven bei den aufrecht gehenden Primaten in voller Übereinstimmung, auf welches Verhalten bereits MEYNERT, und in letzterer Zeit besonders Frau ZAND, hingewiesen hat. Die überaus starke Entwicklung *eines Teils* der lateralen — weniger der medianen — Abschnitte des Olivenkerns und des medialen — weniger des lateralen — Kerns der zentralen grauen Substanz beim Elephanten macht m.A.n. hier nur scheinbar eine Ausnahme. Hier hat man es zunächst *nicht* mit einer allgemeinen Gröszenzunahme des lateralen Olivenabschnitts zu tun wie bei den Primaten und Walen, sondern mit einer sehr *lokalen* Zunahme an Umfang am dorsalen Blatt des lateralen, in geringerem Masze des ventro-

---

[1]) Dasz die Umkapselung beim Maulwurf mit seiner Atrophie des gesamten optischen Systems ausbleibt, läszt sich vielleicht daraus erklären, dasz die Hypertrophie der grauen Kerne vikariierend für die optischen Zentren eintrat.

[2]) L. J. J. MUSKENS: Ned. Tijdschr. v. Geneesk., 1931, IV, S. 5059—5063 und Revue Neurol., 1931, II, Nr. 1: La fonction de l'olive inférieure.

medianen Olivenkerns. Es liegt nahe, hier an eine Beziehung zu der den Elephanten eigentümlichen Entwicklung des stark muskulösen Rüssels zu denken. Weil dieser Körperteil von den im Freien lebenden Elephanten für gewöhnlich in extendierter Haltung, nach oben, getragen wird (um den Wind zu fangen), erscheint der Befund beim Elephanten keineswegs im Gegensatz zu meiner Annahme.

§ 4. *Die Verbindungen der zentralen grauen Kerne mit den Commissurkernen.*

In den groszen Gruppen der Walenformen trifft man ziemlich variierende Verhältnisse an, welche m.M.n. sich mit meiner Annahme in Übereinstimmung erweisen. Denn während der (bes. in der vertikalen Ebene) unglaublich gewandte Braunfisch (Focaena communis) nach Kooy [1]) eine monströse mediane Olive besitzt, ist das viel weniger nach Wilson [2]) beim Riesen-Bartenwal Balaenoptera sulfurea der Fall. Die besondren Verhältnisse bei dem mit einem sehr beweglichen Halse versehenen Seehund, der auch eine besondre Entwicklung der Commissurkerne aufweist; die starke Entwicklung aller commissuralen und grauen Kerne beim Sciurus (Abb. 30, S. 363), die starke Entwicklung der

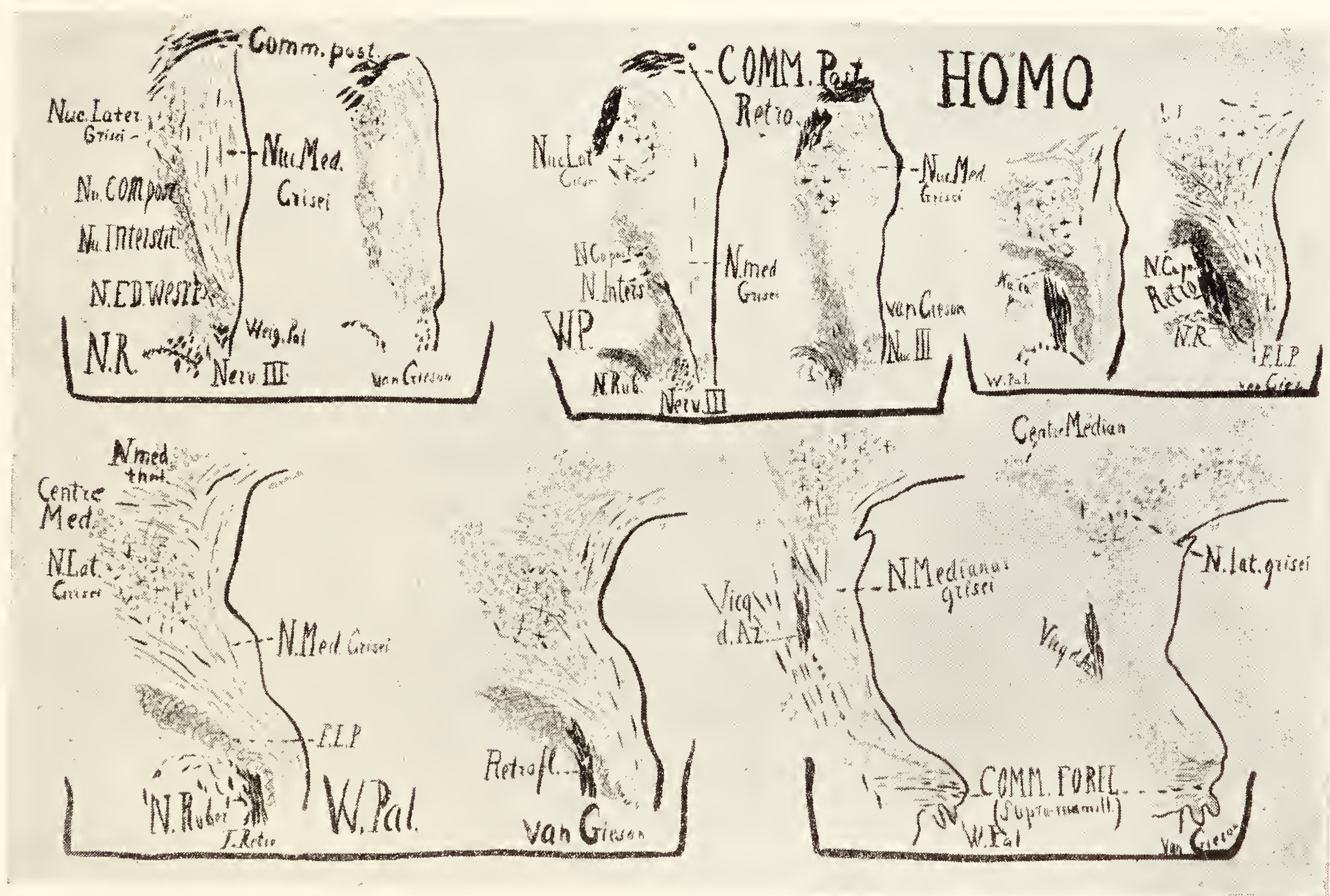


Abb. 39. Schnittserie vom Menschen, der l. Seite des zentralen Höhlengraus, caudo-oralwärts. Jedesmal ein Weigert-Pal und entsprechendes Nisslpräparat in Klammern.

---

[1]) F. Kooy: The inferior Olive in vertebrates, Haarlem 1916.
[2]) R. Wilson: Journal Comp. Neur., 58, 1933, S. 473.

medialen Oliven und der lateralen grauen Kerne des Maulwurfs[1]); die Verhältnisse bei den Affenarten; in allen diesen Befunden habe ich keine mit meiner Annahme im Widerspruch stehenden Verhältnisse entdecken können. Auch die Verhältnisse beim Menschen und sonstigen aufrechtgehenden Primaten (Abb. 40 unten und 15 b, S. 137), im Gegensatz zu weniger habituell oder gar nicht erekten Affen (Abb. 40 Nemestrinus), näml. das starke Vorherrschen des medianen grauen Kerns



Abb. 40. Schnittserie eines niederen (Nemestrinus nemestrinus-Schweinsaffen) und eines höheren (Trogloditis niger-Schimpanse) Affen.

bei den Primaten sind damit in Übereinstimmung. Man verstehe mich recht. Es handelt sich hier um eine derartig regelmäszig vorkommende Anordnung im Bau des Hirns und zwar an zwei verschiedenen Stellen (zentrale graue Kerne und untere Olive), dasz sich, in Verbindung mit dem was wir von den Commissurkernen jetzt wissen, darauf eine Funktionslehre der betreffenden Teile aufbauen läszt. Hierbei ist wohl zu verstehen, dasz die Problemlage der Commissurkerne und der grauen Kerne nicht gleich zu bewerten ist. Denn ich stehe auf dem Standpunkt, dasz alles, was — physiologisch-anatomisch und klinisch — seit 1914 über die Commissurkerne bekannt geworden ist, nur zur Bestätigung meiner Ansichten über die Funktion dieser Kerne von 1914 beigetragen hat. Was die grauen Kerne dagegen betrifft, so handelt es sich noch um eine Hypothese, die durch weitere Erfahrungen gestützt werden musz. Das Thema scheint mir jedoch dermaszen wichtig, dasz in den folgenden Paragraphen einmal die Funde an den Oliven und grauen Kernen, anderseits diese in Verbindung mit den Commissurkernen geordnet werden, damit man eine bessere Übersicht über das ganze erhalte.

---

[1]) GANSER: Morphologische Jahrbücher, Bd. 8.

§ 5. *Was ergibt die vergleichend-anatomische Beobachtung über die funktionelle Bedeutung der zentralen grauen Kerne?*

Es will uns also scheinen, als ob die Verhältnisse bei verschiedenen in extremer Richtung entwickelten Säugertypen (Walen einerseits, Proboscidei und Anthropoiden anderseits) wichtige Anknüpfungspunkte lieferten für die anatomische Gliederung der Kerngruppen des zentralen Graus, aber zugleich auch die bereits vorliegenden experimentellen und pathologischen Ergebnisse bereicherten und Beiträge zur Lösung der Frage der Funktion dieser Teile lieferten. Nicht nur teile ich im allgemeinen die von JELGERSMA und RIESE [1]) gezogene Schluszfolgerung, dasz die Entwicklung des Nuc. ellipticus, den ich in den obigen Ausführungen als medialen Kern der zentralen grauen Substanz beschrieb, mit der Eigenartigkeit der Lokomotions- und Koordinationsmechanismen der Wassersäugetiere in Verbindung steht, sondern ich glaube, dasz diese neueren Beobachtungen es gestatten, in Verbindung mit älteren über die physiologische Bedeutung der Commissurkerne [2]) diese Eigenart näher zu präzisieren. Denn, wenn die experimentellen Läsionen eines Nuc. commissurae posterioris ausnahmslos Manegebewegung nach der kranken Seite, Läsionen des Nuc. interstitialis Rollbewegungen nach der gesunden Seite veranlaszten, so bestätigt das vergleichende Studium der grauen Kerne der Wale und Proboscidei jene gelegentlich bei Verletzungen der medialen Thalamusteile aufgekommene Vermutung, dasz diese Kerne mit den Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene (Kulbutation nach vorn und hinten) zu tun haben. M.a.W. die frühere Vermutung, dasz eine Verletzung des medialen grauen Kernes Zwangsbewegung nach unten, und des lateralen Kerns solche nach oben hervorrufe, wird nach diesen Beobachtungen zu einer groszen Wahrscheinlichkeit.

Wie ich schon früher bemerkt habe, stellt sich beim Durchsehen eines groszen vergleichend anatomischen Materials, wie man es im Amsterdamer Hirninstitut (Dir. Prof. ARIENS KAPPERS) vorfinden kann, heraus, dasz man bei denselben Tiergruppen, wo die untere Olive besondere Entwicklung und Bau zeigt, auch ungewöhnliche, vom typischen Vierfüszler abweichende Verhältnisse der grauen Kerne finden kann. Zu diesem Schlusz führen auch die Arbeiten von KOOY und PREÇECTEL, von SCHLESINGER und HATSCHEK, BRUNNER und SHEEHAN [3]). Ebenso wie die Wale mit ihrer gewohnheitsmäszigen Kulbutation nach unten einen gewaltig entwickelten medianen Olivenkern besitzen, findet man bei ihnen einen mächtigen lateralen grauen Kern. Wie die aufrechtgehenden Primaten einen riesigen allgemein vergröszerten lateralen Olivenkern besitzen, finden wir da einen entsprechend stark entwickelten medianen grauen

[1]) RIESE: Zeitschr. f. d. ges. Neurologie und Psych., Bd. 98, 1923, S. 598

[2]) MUSKENS: Brain 1914 und 1922.

[3]) SHEEHAN: Arbeiten a. d. Neurol. Inst. Wien, Bd. 35, 1933, S. 1.

Kern.[1]) Dagegen finden wir beim Elephanten eine sehr lokale, sonst nie gesehene Entwicklung der lateralen Abschnitte der unteren Oliven, und dabei einen sonst nirgends vorkommenden Nuc. medialis, einen Befund den wir in Verbindung bringen zu müssen glauben mit der Beweglichkeit des Rüssels. Das Eichhörnchen (Sciurus) mit seinen merkwürdigen voltigierenden akrobatischen Kunststücken in der vertikalen Ebene hat eine starke, durch einen besondren groszzelligen Kern verstärkte mediane Olive und auch beide zentrale graue Kerne sind sehr entwickelt. Choloepus, der ebenso wie der Lemur catta um seine ungewöhnlich ausgiebige konjugierte Deviation von Kopf und Augen in der horizontalen Ebene bekannt ist, hat einen nirgends sonst gefundenen umkapselten Nuc. commissurae posterioris; dabei eine sehr besondre Fortbewegungsart (Rücken nach unten) und einen starken medianen grauen Kern; dabei eine Olive sonderbarer Struktur: der mediane Kern ist stark entwickelt; der laterale Kern hat seine Konvexität nicht nach auszen, sondern nach innen. Der Maulwurf, starker Gräber, Körperform nach vorn unten gerichtet, hat einen übermäszig entwickelten lateralen grauen Kern (so dasz der F. retroflexus von dessen Kerngewebe umgeben ist (Abb. 30, S. 363 unten). Dabei hat der Maulwurf (Talpa, Abb. 30 unten) einen winzigen lateralen, aber einen mächtigen medialen Olivenkern. Beim Igel (Erinaceus) finden wir ebenfalls einen stark entwickelten lateralen grauen Kern und dabei einen riesigen medialen Olivenkern.

Ebenso wie es einem nach den früheren experimentellen Beobachtungen über die Commissurkerne nicht wundernehmen kann, dasz Semnopithecus entellus, bekannt durch seine ungewöhnlich schnelle Fortbewegung zwischen den Baumgipfeln, mit einem besondren Nuc. interstitialis versehen ist (Abb. 38, S. 381), der träge Choloepus zwar einen umkapselten Nuc. commissurae posterioris aber einen dürftigen Nuc. interstitialis besitzt (Abb. 33, S. 366), ebenso fügen die obigen Beobachtungen an den Oliven und grauen Kernen sich automatisch in das von mir schon oft betonte Schema ein, das besagt: Der Nuc. commissurae posterioris funktioniert als supra-vestibulärer motorischer Kern für die Lokomotion in der horizontalen Ebene und ebenfalls für die konjugierte Deviation von Kopf und Augen in der horizontalen Ebene, der Nuc. interstitialis für die Oculomotion und Lokomotion in der frontalen Ebene. Eine ähnliche Rolle spielen die grauen Kerne für die Lokomotion in der vertikalen Ebene; und zwar hängen vom medianen grauen Kerne die Lokomotion nach oben hinten und ebenfalls die postu-

[1]) STENGEL nennt diesen Kern „Darkschewitch", womit er an eine frühe Periode (bevor die Analyse dieser Gegend angefangen hatte) erinnert. Auf die über die Nomenklatur der Commissurkerne bestehende Verwirrung, möchte ich nicht eingehen. Mit KOHNSTAMM kennen BECCARI und CASTALDI einen in der hinteren Commissur selbst befindlichen Abschnitt des Nuc. comm. post. Für mich ist maszgebend die Tatsache, dasz der Kern, den ich den Nuc. comm. post. nenne, die Hauptquelle des Tr. commissuro-medullaris bildet, während aus dem groszzelligen Nuc. interstitialis der Tr. interstitio-spinalis hervorgeht; beide Bündel, deren Existenz anatomisch und physiologisch ich seit 1914 als bekannt annehme.

rale *Streck*stellung und dabei Augenbewegungen nach oben ab, d.h. im Falle einer *Läsion* hat man das Gegenteil: Zwangsbewegung und -stellung nach unten zu erwarten; dagegen vom lateralen grauen Kerne die Lokomotion nach unten, sowie auch *Beuge*stellung des Körpers und Augenbewegung nach unten. Im medialen und lateralen Kern des zentralen Graus unter der hinteren Commissur sehen wir die Suprakerne für die entgegengesetzten nach oben resp. nach unten gerichteten Bewegungen.

§ 6. Experimentelle und pathologische Ergebnisse anderer Autoren.

Hiermit haben wir alle Suprakerne für die Lokomotion, bei welcher die engste Zusammenarbeit beider Körperhälften notwendig ist, sämtlich in der unmittelbaren Nähe der hinteren Commissur lokalisiert.

Meiner Gewohnheit gemäsz neben eigenen (deshalb in bestimmtem Sinne wohl nicht ganz objektiven) Versuchen in der Literatur nach von andren Untersuchern gemachten einschlägigen Experimenten fahndend, stiesz ich auf die von PROBST wohl beachtete Katze, bei welcher der Nuc. lateralis grisei centralis von der Verletzung getroffen war.[1]) Eine in technisch vollendeter Weise osmiumgefärbte Durchschnittserie illustriert in 19 Photogrammen den anatomischen Befund, dem nur der Vorwurf zu machen wäre, dasz anscheinend die Medulla oblongata und die unteren Oliven nicht untersucht worden sind; so dasz über die vom zentralen Grau nach meinen Präparaten vorhandenen zu den Oliven absteigenden Fasern nicht geurteilt werden kann. Im Leben ist wiederholt beobachtet worden, dasz die Katze den Kopf nach links und oben gedreht hielt (S. 757, Zeile 25 und S. 757, Zeile 32). Die schöne Serie Photogramme schlieszt sich insoweit an meine eigenen Resultate an, als einerseits vom lateralen grauen Kern ein entarteter Faserzug zur Gegend der III-Kerne sich begibt, und anderseits auch ein Faserzug sich aus dem (entarteten) Fasc. retroflexus zu den III-Kernen selbst zu begeben scheint.[2]) Es liesze sich nach Verletzung des Kerns für die Beugung des Körpers eine Zwangshaltung nach oben erwarten, was zutrifft.

Es will mir scheinen, als ob dieser Befund eines vorurteilslosen Forschers, wenn auch die Verletzung verschiedene andere Bahnen unterbrach, im Sinne meiner Interpretation zu deuten ist. Es läszt sich ja nach Verletzung des Kerns für die Beugung des Körpers eine Zwangsbewegung nach oben erwarten.

Bevor wir die richtige Frage: Was sind die Folgen eines Querdurchschnitts des Mesencephalons oral von den Roten Kernen, d.h. im Gebiet der grauen Kerne in Verbindung mit der Enthirnungsstarre ? behandeln, sehen wir uns nach ev. Reizungsversuchen der grauen zentralen Kerne um. Obwohl meines Wissens solche Versuche zu jenem besondren Zwecke nicht angestellt worden sind, so kann man doch bei gelegent-

---

[1]) M. PROBST: Arch. f. Psych., Bd. 33, 1900, S. 56.

[2]) Ein solches Verhalten (die Existenz eines III-Kernanteils des F. retroflexus) wurde von mir bereits beim Goldfisch und beim Choloepus beobachtet. Vergl. [1]) S. 56.

lichen Versuchen, die für andre Zwecke unternommen wurden, nach für uns brauchbaren Ergebnissen fahnden. Aus der letzten Zeit möge auf die Arbeit MUSSENs hingewiesen werden, der an nicht narkotisierten Katzen zwischen den Roten Kernen und zwar dorsal von ihnen (m.a.W. im hinteren Abschnitt der medialen grauen Kerne) faradisch reizte. In Versuch 2 (S. 118) beobachtete er Zwangsbewegung nach unten („nose to floor). in Versuch 4 reizt er ebenfalls mit der rechten Elektrode an der oben angegebenen Stelle und findet: Kopf niedrig („head held low"). Dagegen haben LEITER und GRINKER den Subthalamus und zwar, wenn ich recht verstehe, die ventralste Gegend des lateralen grauen Kerns gereizt

Abb. 41.

und stellten dabei Opisthotonus fest. Es scheint mir, dasz insoweit die physiologischen Ergebnisse keineswegs zu unsrer Annahme im Gegensatz stehen. — Sehr lehrreich ist der sogenannte hirnlose Hund ROTHMANNS in dieser Beziehung. Nach der ersten linksseitigen Operation wurde vor allem viel Substanz des Neostriatums abgetragen; weshalb nach dieser Operation Neigung zum Aufbäumen auffiel (S. 293) und weshalb die grauen Kerne nach mehrjährigem Überleben links atrophisch erschienen (Abb. 41 b und c). Links war auch das zentrale tegmentale Haubenbündel atrophisch (Abb. 41 a und b), die untere Olive (beide Abschnitte) erschien ebenfalls verändert. Nach der rechtsseitigen Operation wurde das Pallidum schwer geschädigt, deshalb Atrophie des rechten Nuc. commissurae posterioris (Abb. 41 b) und des rechten H.L.B. (Abb. 41 a) und monatelange Manegebewegung nach rechts.

Schlieszlich ist es natürlich unsre Aufgabe, in dem groszen Gebiet der pathologischen Literatur über Menschen nach Erfahrungen zu fahnden.

die unsre Ansichten über die funktionelle Bedeutung der grauen Thalamuskerne zu bestätigen oder aber zu widerlegen imstande sind. Es handelt sich hier u.a. um die Symptome der Fallneigung nach vorn und nach hinten und der Unmöglichkeit zu gehen und stehen, welche beachtet werden müssen.[1]) Soweit es sich um vertikale Blickstörungen handelt ist die Frage in diesem Buche (S. 276) ausführlich besprochen worden. Herde im Bereich der zentralen grauen Substanz sind jedenfalls selten (S. Ref.. S. 130). Hier musz der Fall JAKOB[2]) erwähnt werden, wo im dritten Lebensjahr eine Blutung die graue Substanz links vernichtete und einen groszen Teil des Thalamus inkl. beider Commissurkerne. Der Zustand der Commissura posterior wird nicht erwähnt. Im 50. Lebensjahr bestand ein Rest von konjugierter horizontaler Deviation nach links (Folge der Vernichtung des linken Nuc. comm. post.), von HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung (Folge der Läsion des linken Nuc. interstitialis) und Unmöglichkeit zu gehen, mit Fallneigung nach hinten; vertikale Augenbewegungen sind unausführlich (m.A.n. Folge der Läsion der grauen Kerne), auszer in geringem Masze am rechten Auge. WEISENBURG und GUILFOYLE sahen, bei einem Tumor der linken Wand des 3. Ventrikels, Zwangsstand der Augen nach unten (und nach links) und in WEISENBURGs Zusammenstellung von Tumoren, welche in die Wand des 3. Ventrikels einwachsen, fällt die Frequenz der vertikalen Blickzwangsstellungen und Fallneigung nach vorn und hinten auf; während FULTON und BAILEY bei intra-ventriculären Tumoren nur selten vertikale Zwangsstellungen beobachteten. Aus jüngerer Zeit sind die 5 Tumoren GLOBUS' in der zentralen grauen Substanz von Interesse, von denen 3 während der Beobachtung im Krankenhaus „Lähmung der Augenbewegung nach oben" zeigten.[3])

Weiter sind Fälle wie diejenigen LUKSCH'[4]) und PETTEs genau an Serienschnitten zu studieren, insoweit als in den Krankengeschichten auf ev. bestehende Fallneigung und Blickstörungen Rücksicht genommen wurde. Anscheinend gestatteten die Fälle LUKSCH und HIRSCH, wo die grauen Kerne beiderseits sicherlich in Mitleidenschaft gezogen waren, nur festzustellen, dasz die Augen regelmäszig nach oben und rechts gerichtet waren. Der Autor neigt dazu, mit MAUTHNER, in der zentralen grauen Substanz das „Schlafzentrum" zu lokalisieren, das nach TRÖMNER und SPIEGEL[5]) im Thalamus zu finden ist. Wenn es auch möglich ist, dasz in

---

[1]) Man vergl. BENDER und SCHILDERs Fälle von chronischer alkoholischer Encephalitis. Annual of the American Neurological Association, 1932, S. 581.

[2]) JAKOB: Nervenheilk., Bd. 5, 1894, S. 193.

[3]) GLOBUS: Arch. of Ophthalmology, Bd. 5, 1932, S. 428.

[4]) LUKSCH: Zeitschr. f. d. ges. Neur. u. Psych., Bd. 93, 1924, S. 83 und Medizinische Klinik, 1924, Nr. 38.

[5]) SPIEGEL: Zentralbl. f. Neur. u. Psych., Bd. 47, 1927, S. 831. Versuche dieses Autors mit NAGASAKA und INABA sprechen gegen die Bedeutung des zentralen Graus

dieser ausgedehnten Masse des Höhlengraus noch andre als supra-vestibuläre Funktionen lokalisiert sind, so möchte ich hier kurz darauf hinweisen, dasz, nach meiner Erfahrung mit Mittelhirnverletzungen an Katzen, zwei der Versuchstiere pathologische Schlafneigung zeigten. Hier waren die infundibulären, von GREVING genau studierten, Kerne verletzt; bei beiden fanden sich die medialen Vorhirnbündel HERRICKS (basale Riechbündel WALLENBERGS) entartet. Auf alle Fälle fiel mir auf, dasz die Zwangsbewegung nach unten durch Läsion des Hypothalamus meistens mit starker Schlafneigung einherging; was in Übereinstimmung ist mit PÖTZLS Meinung, dasz die Schlafhaltung (Beugung des Körpers und der Extremitäten) mit derjenigen der Wachhaltung (Streckstellung) kontrastiere.

Hinsichtlich der Faserverbindung der grauen Kerne mit den unteren Oliven ist der Fall HERZOGS [1]) von Interesse, weil hier rechts der mediale graue Kern sicher durch den Tumor geschädigt war und ein parapheales Bündel feiner Fasern, zum ventro-lateralen Olivenkern ausschlieszlich derselben Seite, entartet war. Auch das zentrale Haubenbündel war vollständig entartet. Der Kranke hielt den Kopf nach rechts (und nach vorn?) „gebeugt"; vertikale Augenbewegungen wurden nicht beobachtet.

Schlieszlich sind bei Tumoren des Balkens [2]) und solchen der Wand des 3. Ventrikels [3]) Opisthotonus und Retropulsion gang und gäbe; die Schädigung des lateralen grauen Kerns wäre für das erstere Symptom verantwortlich zu stellen.

§ 7. *Die Bedeutung der zentralen grauen Substanz des Thalamus für das Gehen und Stehen.*

SHERRINGTON und GRAHAM BROWN waren der Meinung, die Progression stellte einen Reflex zweier antagonischer Zentren dar, welche reziprok, miteinander abwechselnd, die Funktion auslösen, BERITOFF [4]) sagt: Die Lokomotion — Beugung-Streckung der Extremitäten — spielt sich auf dem Hintergrund einer gewissen Extension ab. Die Frage der Streckung-Beugung ist jedenfalls unabhängig von der früher schon in meinen Arbeiten [5]) und von MELLA [6]) behandelten Notwendigkeit des Globus pallidus für den Lokomotionsakt; im Pallidum haben wir ja einen tertiären vestibulären Knotenpunkt für die Zwangsbewegung in der horizontalen und frontalen Ebene erkannt. LAUGHTON [7]) sieht nach Querschnitt der

---

für die Pupilleninnervation. Faradische Reizung dieser Gegend ergab ihm (mit KORNYEI) Körperbewegung und -streckung. Ein ähnliches Resultat hatte GRAHAM BROWN.

[1]) HERZOG: Jnl. f. Physiol., Bd. 16, 1910, S. 179.

[2]) ARMITAGE und MEAGHER: Ges. Neur. u. P., Bd. 146, 1933, S. 458.

[3]) FULTON und BAILEY: Jnl. nerv. a. ment. dis., 1929, I, S. 264; auch MOLITORIS: Nervenheilkunde, Bd. 133, 1934, S. 152.

[4]) BERITOFF: Pflüg. Arch. 199, 1923, S. 148.

[5]) L. J. J. MUSKENS: Brain, 1914 und 1921.

[6]) MELLA: Arch. of Neur. a. Psych., 10, 1923, S. 143.

[7]) LAUGHTON: Am. Jnl. of Physiol., 70, 1924, S. 360.

Brücke jede koordinierte Bewegung der Extremitäten ausfallen, jedenfalls der Vorderpfoten und nimmt für das Zustandekommen der Lokomotion das Zusammenwirken mehrerer Kerne an. DRESELs Hunde mit teilweiser Abtragung *beider Pallida* lieszen eine spontane Lokomotion vermissen; nach solcher Abtragung wollen HINSEY und RANSON bei der Katze, ROGERS beim Opossum, abwechselnd Perioden von Laufbewegungen und Ruhe der Extremitäten gesehen haben. Weil, wenigstens für den Menschen, die Beugung und Streckung des Rumpfes jedenfalls ein Hauptmoment für die Fortbewegung ist, entsteht die Frage: Was lehren die Versuchsresultate (Verletzung des Thalamus) in dieser Hinsicht? LAUGHTON hat sich gefragt: Nach welchem caudalsten Querschnitt ist koordinierte Lokomotion noch möglich und findet man denselben merkwürdigen Unterschied zwischen Kaninchen einerseits, Hund und Katze anderseits, welcher uns in Hinsicht auf die Enthirnungsstarre schon aufgefallen ist. Während, sagt er, ein Schnitt, der durch das caudalste Drittel des Thalamus bei Hund, Katze (und Huhn) geht, die Lokomotion unmöglich macht, braucht beim Kaninchen nur das vordere Drittel der Brücke erhalten zu sein. LANGWORTHY [1]) bestätigt für das Opossum, dasz Stehen nach einem Querschnitt caudal vom Thalamus unmöglich ist. Er nennt die Zwangsstellung nach hinten nach Mittelhirnquerschnitt „Accentuation" der posturalen Reflexe.

Obwohl KLEITMANN und KOPPANYI [2]) das Vorkommen der Enthirnungsstarre bei Vögeln verneinen, bemerkt LANGWORTHY bei ihnen, ebenso wie MARTIN, RICH und ROGERS, gewisse parallele Erscheinungen beim Auftreten der Enthirnungsstarre und der Lokomotion.

§ 8. Die Enthirnungsstarre im Lichte der neueren Beobachtungen über die Anatomo-Physiologie der Kerne der zentralen grauen Substanz.

Nachdem ich früher [3]) einen Fall von Enthirnungsstarre (E.S.) mit genauem anatomischem Befund beschrieben habe, mit Angabe der Literatur vor 1927, sei mir gestattet daran zu erinnern, dasz ich schon damals betonte, 1. dasz in meinem Falle die Groszhirnverbindungen fast unberührt waren, so dasz alle Theorien, die sich auf eine richtige *Decerebration* stützen (u.a. WEEDs und LANGWORTHYs fronto-pontines Bündel) an meinem Fall (wie an früheren BAZETs und PENFIELDs) scheitern müssen, und 2. dasz die gleichzeitige beiderseitige Vernichtung der Funktion der Reflexbahnen (Hintere Längsbündel) zugleicherzeit beiderseitig für die horizontalen und frontalen Zwangsbewegungen (Manegebewegung und Rollbewegung) zweifellos eine Rolle beim Zustandekommen der Enthirnungsstarre spielen müssen. Durch diese Annahme wurden BAZETs und PENFIELDs Beobachtungen

[1]) LANGWORTHY: Am. Jnl. of Physiol., V. 78, 1926, S. 34.

[2]) KLEITMANN und KOPPANYI: Proc. Soc. f. Exper. Biology and Medicin, XXIII, 1925, S. 767.

[3]) L. J. J. MUSKENS: Jnl. of Physiology, LXIV, 1928, S. 304—317.

besser verständlich, denn eine Hemisektion oral von den Commissurkernen ergibt eine gekreuzte Rigidität; caudal davon eine gleichseitige. Ein mehr caudaler Medianschnitt hebt die E.S. nicht auf. POLLACKs und DAVIS' Ansicht: die E.S. beruhe auf *ungehemmten* labyrinthären Reflexen, stände damit in Übereinstimmung.[1])

Obwohl schon damals auf Grund von Versuchen wie denjenigen PROBSTs (S. 387) die Vermutung ausgesprochen war, dasz im Zwischen- oder Mittelhirn median gelagerte Kerne vorhanden sein müszten, welche eine ähnliche Rolle wie die Commissurkerne (und zwar für die vertikalen Zwangsbewegungen) spielten, haben erst nachher pathologisch-anatomische Beobachtungen über vertikale Blicklähmungen und namentlich vergleichend anatomische Befunde (S. 382) meine Aufmerksamkeit auf die grauen Kerne gelenkt. Dazu kam der Umstand, dasz nach gewissen Mitteilungen amerikanischer Forscher (MELLA, KRAUS, COBB, BAILEY, HOLT[2]), LAUGHTON, LANGWORTHY, auch KLEITMANN und KOPPANYI, und BERITOFF) die Aufmerksamkeit immer mehr auf diese Grenzregion des Mittel- und Zwischenhirns als bedeutungsvoll für die koordinierte Lokomotion überhaupt gelenkt wurde. Von BERITOFF wurde betont, dasz bei der Fortbewegung alternierend Beuge- und Streckbewegungen einträten, während von mir nachdrücklich darauf hingewiesen wurde, dasz die Vorwärtsbewegung der höheren Säuger hauptsächlich vom Fallreflex nach vorn, mit reflektorischem seitlichem Anziehen der Extremitäten, hervorgerufen wird. Das Stehen wurde von THEVENARD[3]) als Folge abwechselnder Tätigkeit der Strecker und Beuger präzisiert; wofür er neben einem bulbo-protuberantiellen Zentrum auch einen sub-thalamischen Kern verantwortlich machte. ENGERT und HOFF[4]) lokalisierten ein primäres Laufzentrum zwischen den Pedunculi cerebri, dessen Vernichtung das Gehen unmöglich machte bei entarteter Pyramidenbahn. Allen diesen neuen Untersuchungen über die Lokomotionsmechanik ist gemeinsam, dasz sie meine Ansicht von 1914 bestätigen, dasz die Lokomotion im Prinzip nicht vom Pyramidensystem abhängig sei, sondern gebunden an die Integrität, wenigstens einer Seite, des H.L.B.

Unter den neuen Beobachtungen über die anatomischen Vorbedingungen zur entstehenden Enthirnungsstarre möchte ich nur auf die Arbeiten MUSSENS[5]) hinweisen, der das Fehlen der E.S. nach Läsion der caudalen Pole beider Roten Kerne nachwies und damit die WEED'sche und RADEMAKER'sche Theorie (das Fehlen der Rotkernfunktion liege der E.S. zugrunde), hinfällig machte. Definitiv hat man den Gedanken einer besonderen Beteiligung des Nuc. Ruber beim Zustandekommen der E.S., welcher die ganze Literatur über den Gegenstand beherrscht hat, nach

---

1) POLLACK und DAVIS: Am. Jnl. of Path., V. 98, 1931, S. 30.
2) COBB, BAILEY und HOLT: Am. Jnl. of Physiol., 44, 1917, 258.
3) THEVENARD: Les dystonies d'attitude, Paris 1926, S. 37.
4) ENGERT und HOFF: Zeitschr. f. d. ges. Neur. und Psych., 129, 1930, 333.
5) MUSSEN: Brain 1930.

INGRAM und RAMSON aufzugeben. Mit Aussparung der H.L.B. wurden beide Roten Kerne vernichtet. Wurden dabei die Commissurkerne verletzt (Abb. 5), so ergab sich in Übereinstimmung mit meinen Angaben (Brain, 1914) Manegebewegung nach der kranken und Rollstand nach der gesunden Seite. Interessant ist weiter bei diesen Versuchen, dasz, wenn der vordere Abschnitt des medialen grauen Kerns (Kern der zentralen grauen Substanz) durchstochen ist, die gekreuzten, wenn der caudale Abschnitt des medianen Kerns verletzt ist, die gleichseitigen Extremitäten eine Extensionsstellung einnehmen, was auch mit meinen Angaben übereinstimmt. Wie ihre Vorgänger sahen dise Autoren in ihren schönen Versuchen, dasz neben den Roten Kernen immer die zentralen grauen Kerne, aber auch die zentralen tegmentalen Bündel, der Bindearm, Tr. retroflexus verletzt werden, welchen sämtlichen Gebilden anscheinend eine gewisse supra-vestibuläre Bedeutung zukommt. Das, was sie „overstepping" nennen, ist wohl Teilerscheinung der Zwangsbewegung nach oben, und wird von andren Autoren als „stepping", Schwebeneigung, „saluto militare" beschrieben. Ich selbst verfüge über mehrere Katzen mit beiderseitiger Entartung der rubro-spinalen Bündel ohne eine Spur von E.S. Auch KEN KUREs Beobachtungen und diejenigen HINSEYs, RANSONs und MC. NATTENs sind wohl im selben Sinne zu interpretieren. Dagegen theoretisieren BAZET und PENFIELD [1]) über einen Einflusz der Roten Kerne auf die Zwangsbewegungen, während doch die Bedeutung des Nuc. interstitialis und des Nuc. commissurae posterioris für dieselbe dargetan worden war. (Brain 1914, S. 407.)

Von den zahlreichen Besonderheiten, welche die Physiologen in den letzten Jahren zu Tage gefördert haben, scheint mir der schon von THIELE bemerkte, aber besonders von HINSEY und RANSON betonte Unterschied im Verhalten des Kaninchens und der Katze nach Querschnitt im Hirnstamm von Bedeutung. Während beim Kaninchen das Maximum der E.S. und Unmöglichkeit der Lokomotion nach einem Schnitt im caudalen Drittel des Pons auftritt, fällt ein Schnitt mit entsprechender Wirkung bei der Katze in eine viel oralere Gegend. Meines Wissens hat man für diesen eigentümlichen Unterschied noch keine befriedigende Erklärung geben können. Jede Theorie über das Entstehen der E.S. musz aber diesem Sachverhalt Rechnung tragen. Es scheint mir, dasz eben hier die auf pathologische, experimentelle und vergleichend-anatomische Ergebnisse sich stützende Auffassung der beiden Hauptkerne des zentralen Graus die gewünschte Grundlage für das richtige Verständnis liefert. Es ist ja klar: da, nach den obigen Ausführungen, der oralere laterale graue Kern ein Supra-Zentrum für die Zwangsbewegung nach unten (in gewissem Sinne deshalb Beugerzentrum) darstellt und der caudalere mediane Kern einen Suprakern für die Kulbutation nach oben (für die Streckbewegung), musz ein Schnitt *zwischen den beiden* das Maximum der Streckbewegung ergeben, näml. die

[1]) BAZET und PENFIELD: Brain, 1927, S. 236 und 260.

E.S. Dasz ein Schnitt durch letzteren Kern nur im Anfang (während einer halben Stunde) einen maximalen Effekt hat, erklärt sich wohl daraus, dasz, auszer dem Ausscheiden des Einflusses des vorderen lateralen grauen Kerns, eine vorübergehende, durch die für die Läsion bedingte *Reizung* des hinteren Streckzentrums eintritt. Wenn nun der Effekt dieses Reizzustandes des Zentrums für die Extension (und Kulbutation nach hinten) sich zum Ausfall der Funktion des Zentrums für die Körperbeugung (und Kulbutation nach vorn) addiert, so musz man zeitweilig eine maximale Streckhaltung erwarten.

Der Unterschied im Verhalten des Kaninchens (Abb. 35, S. 367) im Vergleich mit der Katze (Abb. 34, S. 367), was den Optimumschnitt für die Enthirnungsstarre betrifft, beruht wohl darauf, dasz erst der Schnitt durch den caudalen Abschnitt der hinteren Vierhügel allen Einflusz der grauen Kerne aufhebt; sieht man doch in Abb. 35 a, dasz beim Kaninchen auch der laterale graue Kern bis zur Brückengegend herabreicht. Bei der Katze ist die Lage eine andere. Da ist der laterale Kern in seiner Totalität in einem viel oraleren Durchschnitt gelagert (Abb. 34 e), dermaszen, dasz bereits ein Querschnitt durch die vorderen Zweihügel ein Maximum an Strecktonus zur Folge haben musz, weil eben das Beugezentrum vom Schnitt ausgeschaltet wurde. Ebenfalls ist es einleuchtend, dasz beim Kaninchen nach einem Querschnitt zwischen den vorderen und hinteren Vierhügeln — d.h. mit teilweise erhaltenem Beuger- und Strecktonus — die Möglichkeit zum Gehen noch vorhanden ist, im Kontrast zu den Verhältnissen bei der Katze.

Unter den vorliegenden Fällen von Enthirnungsstarre beim Menschen ist derjenige von BALADO und CARILLO [1]) wohl der best beschriebene. Der betreffende Kranke zeigte im Leben neben der Starre Rollstand nach rechts, zuweilen epileptische Krämpfe, welche mit konjugierter Deviation nach rechts, und zuweilen mit konjugierter Deviation nach links einhergingen. Die ziemlich vollständige Vernichtung der vorderen Abschnitte der zentralen grauen Substanz durch die ausgedehnte rechtsseitige Cyste musz wohl für die Starre verantwortlich gemacht werden. Woher aber die ausgesprochene Rollstellung? Während der normale Zustand des H.L.B. eine Beteiligung des linken Nuc. interstitialis auszuschlieszen gestattet, wäre hier an einen fortwährenden Reizzustand des rechten, stark komprimierten Pallidums zu denken.

§ 9. Verletzung und faradische Reizung der Gebilde um die hintere Commissur nach älteren Autoren.

Nachdem die vergleichende Anatomie der Kerne der zentralen grauen Substanz (S. 380) uns Hinweise gab in dem Sinne, dasz der mediane graue Kern Bedeutung habe für die Körper- (und Augen-) Bewegung nach oben, der laterale Kern für die Bewegung nach unten, und anatomisch-physiologische Ergebnisse keineswegs mit dieser Annahme im Konflikt sich erwiesen, liegt uns ob, nachzuprüfen, ob Reizungsexperimente vorliegen, welche etwa diese Vermutung bekräftigen oder schwächen könnten.

---

[1]) BALADO und CARILLO: Boletin del Instituto di clinica quirurgica, no. 39, 1929, Buenos Aires, S. 173.

Hier hat ADAMUK aus Kasan im Laboratorium des rühmlichst bekannten Physiologen DONDERS in Utrecht merkwürdige Resultate bekommen, welche, wie mir scheint, unsren höchsten Erwartungen entsprechen. Schreibt doch ADAMUK: „wird die Reizung (am Hunde) in der Mitte zwischen den vorderen Hügeln, mehr nach hinten gemacht, so erfolgt Bewegung beider Augen nach oben, mit Erweiterung der Pupillen. Eine Bewegung nach oben geht desto mehr in eine konvergente über, je mehr nach hinten die Reizung stattfindet" (d.h. wohl Reizungseffekt der III-Kerne!). Reizt man den hinteren unteren Teil der vorderen Hügel, so bekommt man starke Konvergenz mit Neigung nach unten; noch mehr die letzte Bewegung, wenn den Boden des Aquaeductus gereizt wird (Anfang des N. III). Die gelegentliche Bewegung nach unten ist mit Verengerung der Pupillen verbunden.

Wenn wir noch in Erinnerung bringen, dasz FERRIER bei Reizung der hinteren Vierhügel Kopf- und Augenbewegungen nach oben feststellte, und ZIEHEN bei Reizung der vorderen Vierhügel Heben des Hinterkörpers und Senken des Vorderkörpers, mehr nach hinten Opisthotonus, so spricht dies alles einerseits für die lokomotorische und oculomotorische Bedeutung der grauen Kerne, wie oben angegeben, aber auch für die Lokalisation eines Beuge- und Streckzentrums in denselben Gebilden. Reizung der seitlichen Teile der vorderen Vierhügel ergab nach ADAMUK konjugierte Deviation der Augen nach der nicht gereizten Seite. Dieser Effekt ist wohl der Reizung des Nuc. commissurae posterioris (in Übereinstimmung mit den Verletzungsversuchen S. 133.2.) zuzuschreiben, eben weil spätere Versuche zahlreicher Beobachter (BERNHEIMER, TOPOLANSKI, LUCIANI) die Unwirksamkeit sowohl der Verletzungen als der Reizungen des Tectums selbst zu beweisen scheinen.

Höchst merkwürdig ist es für denjenigen, der sich die Lage der in diesem Werke beschriebenen supra-nucleären Zentren in der Nähe der hinteren Commissur gemerkt hat, diese Ergebnisse mit den Versuchen BECHTEREWS [1]) zu vergleichen. Da erfahren wir als Resultat der lokalen Verwundungen der Wand des dritten Ventrikels bei Hunden, aber auch bei lokalen Reizungsversuchen, dasz Rollbewegungen und HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung der Augen (d.h. Reizung des Nuc. interstitialis) den Effekt der Läsionen, resp. der Reizungen der andren supra-nucleären Kerne verdeckt. Wenn er aber in seinen Versuchen (Stiche in die zentrale graue Substanz von der Rachenhöhle aus) sich die Richtung des Stiches merkt und sie vergleicht mit den Folgen der verschiedenen Versuche, so bemerkt er, dasz die Stiche, die vor die Commissura Mollis fallen, stürmische Laufbewegungen auslösen; dasz bei Stichen mehr nach hinten (welche deshalb den lateralen grauen Kern treffen) der Kopf gesenkt gehalten wird; dasz die Stiche noch weiter nach hinten laterale Augenstellungen (wohl Effekt des Nuc. commissurae posterioris); noch mehr nach hinten HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung (Nuc. interstitialis) und schlieszlich Kulbutation nach hinten (medianer grauer Kern) veranlassen.

Weil in diesen Versuchen weder die Autopsie mitgeteilt, noch die einzelnen Versuche gesondert besprochen werden, kann man nicht beurteilen, ob bei diesen Stichen die

[1]) BECHTEREW: Pflüg. Arch. f. d. ges. Physiologie, Bd. 31 (auch 33 und 34), 1880, S. 65.

betreffenden Kerne selbst getroffen werden oder deren striäre Verbindungen. Aus der Beobachtung der Richtung der Rollbewegungen nach dem Stich in die beiden Commissurkerne (Manegebewegung nach der kranken Seite als abhängig von dem Nuc. com. posterioris; Rollbewegung nach der gesunden Seite als abhängig vom Nuc. interstitialis) kann man aber mit Sicherheit urteilen, dasz die beobachteten Erscheinungen nicht Reiz- sondern Ausfalleffekte sind, genau so wie in meinen eigenen Versuchen mit chronischer Schädigung.

Zu ähnlichen Vergleichen gibt das Werk von PRUS (loc. cit.) Anlasz. Dieser Autor beschreibt genau die Symptome, die er beobachtet, wenn er an bestimmten Stellen seine feinen Elektroden in die Tiefe der vorderen Vierhügel versenkt. Ebenso wie FERRIER beobachtet er bei Reizung der vorderen Abschnitte (lateraler grauer Kern): Senkung des Kopfes; bei Reizung mehr nach hinten (medialer grauer Kern): Hebung des Kopfes. Obwohl die Vorstellungen dieser Autoren: diejenigen BECHTEREWS der das Kleinhirn als Hauptzentrum für das Gleichgewicht ansieht, dagegen die vestibulären Kerne, zentrale graue Substanz und Oliven als periphere Zentren; diejenigen PRUS': Die Erscheinungen seien extrapyramidalen Reflexbewegungen, jetzt durch weitere Erfahrungen als überholt gelten können, so verleihen diese ohne jedes Vorurteil niedergelegten Beobachtungen unsren auf ganz anderem Wege gewonnenen Ansichten über die beiden Commissurkerne und die beiden grauen Kerne eine nicht zu unterschätzende feste Basis.

Schlieszlich ist es nicht ohne Interesse, daran zu erinnern, dasz schon LAFARQUE, MAGENDIE, sowie bekanntlich NOTHNAGEL, stürmische „Laufbewegungen" und posturale Störungen in der vertikalen Ebene nach Verletzungen des Neostriatums beobachteten. Was die Pupilleninnervation betrifft, so spricht das Experiment (nach einem parasagittalen Schnitt in die zentrale graue Substanz ist die gleichseitige Pupille maximal erweitert und gelähmt) für eine homolaterale Innervation, wie wir es auch auf klinische Beobachtungen hin annahmen (S. 234).

§ 10. *Elektrische Reizung des Mittelhirndurchschnitts.*

Von GRAHAM BROWN, HORSLEY und SACHS, KORNYEI, WEED, RANSON, DIXON sind wertvolle Feststellungen gemacht worden, meistens mittels faradischer Reizung des Mittelhirndurchschnitts, beim enthirnten Tier (nl. Katzen). Am ausführlichsten, und zwar vom Tiere mit erhaltenem Groszhirn, sind die Angaben von INGRAM, RANSON, HANNETT, ZEISS und TERWILLIGEN (loc. cit.). Es stellt sich heraus, dasz von der reticulären Gegend, und zwar in der ganze Länge des Hirnstamms vom Thalamus bis in die Oblongata, ein typischer Dreheffekt ausgelöst wird: Wendung des Kopfes, des Nackens und des Rumpfes nach der gereizten Seite, dabei Beugung der homolateralen vorderen und Extension der heterolateralen vorderen Extremitäten. An den hinteren Extremitäten wurden verschiedene Beobachtungen gemacht. Dieses eigentümliche monotone Resultat ist nicht leicht zu deuten, und auf alle Fälle ergibt sich daraus, dasz diese Untersuchungsmethode die Fragen, um die es sich hier handelt, nur wenig fördern könne.

Zunächst sei darauf hingewiesen, dasz Durchschneidung des lateralen Flügels des H.L.B. (Brain, 1914) regelmäszig Rollstellung zur *kranken* Seite; Durchschneidung des mittleren Drittels der H.L.B. Manegestellung zur *gesunden* Seite ergibt. Wenn nun der sogen. Tegmentaleffekt der Autoren nichts anders sein sollte als eine Kombination dieser beiden Stellungen, dann stimmen diese beiden Erfahrungen der Ausfall- und Reizmethode zweifellos, denn die Richtung jener Bewegungen ist in beiden Fällen entgegengesetzt. Warum aber bei Eingriffen an Stellen, weit vom H.L.B. entfernt, der Tegmentaleffekt auftritt, ist nicht deutlich. Vielleicht liegt diesem Befund ein eigentümlicher Unterschied in der Reizbarkeit der die Beugung und Streckung herbeiführenden Bahnen zugrunde, welcher uns auch bei faradischer Reizung der Pyramidenbahn entgegentritt. Es ist ja bekannt, dasz ein solcher Reizeffekt unabänderlich in abrupter Beugung der Extremitäten besteht; niemals in einem Streckeffekt, obwohl doch sicherlich auch Streckbahnen dabei gereizt sein müssen. Im Unterschied von diesem *momentanen* (Pyramidenreizungs-) Effekt scheint der Tegmentaleffekt immer langsamer einzusetzen und die Reizungszeit etwas zu überdauern. Auch könnte man vielleicht hierbei an die Erfahrungen LORENTE DE NÔs denken, nach welchen neben der sekundären vestibulären Bahn in engerem Sinn (H.L.B.) auch in der reticulären Gegend massenhaft aberrierende aufsteigende Fasern verlaufen sollen. Sehr zutreffend ist, dasz Retraktion des Kopfes nur wenig in den Tabellen vorkommt, welche einer groszen Zahl von Katzen entstammen. Wo aber Zurückziehen des Kopfes beobachtet wurde, betrifft der Reiz meistens Stellen unweit der zentralen tegmentalen Bündel und der Substantia grisea centralis, welche letzteren Gebilde aber nicht besonders untersucht worden zu sein scheinen. In oralen Regionen in der Gegend des FOREL'schen Feldes findet man mehrfach konjugierte Deviation nach der nicht gereizten Seite angeführt, ein Resultat, das vollkommen mit dem von mir durch Verletzungen in dieser Gegend (Durchschneidung der pallido-commissuralen Bündel) erzielten übereinstimmt.

Die Verletzung hat nämlich den gegenteiligen Effekt: konjugierte Deviation nach der verletzten Seite.

Wo die Gegend, um die es sich hier handelt, sich schwerlich für scharf lokalisierte Reizversuche mit gewöhnlichen Elektroden eignet, wäre vielleicht die Strychnin-Injektionsmethode berufen, Nützliches zu leisten. Eine Beobachtung von DUSSER DE BARENNE [1]) scheint mir jedenfalls nicht ohne Wert. Eine Katze, bei der die Injektion die vorderen Ausläufer der quer latero-dorsal aus dem lateralen grauen Kerne dem Centre médian zuströmenden Fasern getroffen hatte, „stand mit vom Boden erhobenen Hinterkörper"; welche Beobachtung mit der Annahme des Nuc. lateralis grisei als Kern für die Kulbutation nach unten stimmt.

---

[1]) DUSSER DE BARENNE: Gesamte Neur. u. Psych., Bd. 113, 1931, S. 240.

ABSCHNITT VII.

Näheres über verschiedene in Abschn. IV—VI zur Sprache gekommene Probleme.

KAPITEL 27.

DAS HINTERE LÄNGSBÜNDEL (H.L.B.) DES MENSCHEN UND DER SÄUGETIERE IM ALLGEMEINEN, SEINE ZUSAMMENSETZUNG UND SEINE FUNKTION. VERHALTEN DES BÜNDELS ZUR HINTEREN COMMISSUR.

§ 1. Studium der Markreifung und andere Forschungsmethoden.

Zweifellos hat die Frage nach der Zusammensetzung des H.L.B. beim Menschen allezeit das Interesse der Anatomen und Neurologen wachgerufen. Bei kaum einem anderen Kapitel der Hirnforschung hat man jedoch so wenig Fortschritte gemacht wie hier; wahrscheinlich, weil man eine extreme Verwickeltheit der zu- und abführenden Bahnen vermutete. Zunächst haben HELD, HÖSEL, CRAMER, FLECHSIG, später SCHRÖDER, ZIEHEN und WINKLER, an Embryonen die Entwicklung der Markscheiden verfolgt. Übereinstimmend haben alle diese Autoren eine auszerordentlich frühe Reife des H.L.B. zugleich mit dem N. vestibularis und mit dem Pallidum — verglichen mit derjenigen anderer Bündel — beobachtet. Doch bleibt, wie namentlich auch ZIEHEN [1]) betont, selbst bei dieser Forschungsmethode Ursprung und Ende des Bündels noch in ein gewisses Dunkel gehüllt. Es ist beim Menschen schon im 4. Fötalmonat (Länge des Embryos nach FLECHSIG 30 cm, nach HELD 26 cm, nach WINKLER 32 cm) markreif, allerdings nicht in seiner ganzen Länge, denn nach KÖLLIKER (1893, S. 304) kann es erst im 8. Fötalmonat bis zum DARKSCHEWITCH'schen Kern verfolgt werden. Auch beim 24 Tage alten Kaninchen ist blosz der distale Abschnitt markreif. Aber schon beim 5 Tage alten Kaninchen konnte ZIEHEN Markfasern bis in die hintere Commissur verfolgen, während die Zahl der Fasern bereits in der Nähe der N. III-Kerne vermindert war. Bis zum 4. Tage nach der Geburt nimmt die Faserzahl schnell zu. Auch bei Fischen und Amphibien eilt die Markreifung des H.L.B. bei weitem allen anderen voraus. EDINGER fand bei Torpedo ocellata von 11 cm Länge blosz 2 Fasern, wovon auf jeder Seite je eine in der Commissurgegend entspringt. VAN GEHUCHTEN und FOREL sahen die Markscheiden schon 1—10 Tage nach dem Ausschlüpfen der Forellen.

Unter den Schwierigkeiten, die sich der Durchführung einer anatomischen Analyse des H.L.B. entgegenstellten, hat nicht die kleinste Rolle der Umstand gespielt, dasz von allen uns geläufigen Färbemethoden sich

---

[1]) ZIEHEN: Hertwigs Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere, 1906, Bd. 2, S. 467.

fast keine für dieses Gebilde besonders eignet. Insbesondere hat die GUDDEN'sche Methode (Darstellung des Faserschwundes) hier sehr wenig geleistet; kein Wunder also, wenn MONAKOW, ein Kenner des Hirnstammes wie sonst wenige, sich über die Zusammensetzung des H.L.B. nie eindeutig äuszerte. In einer der letzten Publikationen aus MONAKOWS Laboratorium erkennt jedoch KODAMA die Wichtigkeit der Frage nach den oralen Verbindungen des H.L.B. und nach seinen oralen Endkernen an, nachdem er zuvor die von mir festgestellten einseitigen pathologischen Veränderungen des H.L.B. in einem Falle mit Striatumherd angezweifelt hatte.[1]) Anscheinend haben die an Zahl recht geringen klinischen Fälle von lokaler Hirnstammläsion und Unterbrechung des H.L.B. mit konjugierter Deviation nach der gesunden Seite, sowie auch die einschlägigen experimentellen Untersuchungen des H.L.B. mit MARCHI-Färbung die MONAKOW'sche Schule zu dieser Fragestellung geführt.

Wenn LEWY [2]) aber der Meinung ist, dasz das H.L.B. beim normalen oder allgemein geschädigten Tier vielfach leichter Entartung unterworfen sei, so möchte ich dazu bemerken, dasz dieses teilweise irrige Resultat wohl der vom Verfasser angewandten Untersuchungsmethode zuzuschreiben ist. Von diesem Standpunkt aus zu beurteilen sind auch verschiedentlich im Verlauf der Zeit wiederholte Diskussionen u.a. darüber, ob direkte vestibuläre Fasern sich in das H.L.B. begeben (DEGANELLO, WALLENBERG), und ob die Fasern des N. Vestibularis und Acusticus sich vermischen (WINKLER, LEWY). SPITZER blieb nach genauestem Studium der Anatomie des H.L.B. auf Grund der Verbindungen desselben die wichtige Rolle nicht verborgen, welche dieses Bündel für das Gehen, Stehen, die Augenbewegungen und die Aufrechterhaltung des Gleichgewichts zu spielen hat. Wohl hat schon SPITZKA [3]) sich auf Grund einer einseitigen Atrophie des H.L.B. nach Stirnhirnläsion bei einer Katze dahin geäuszert, dasz das Bündel ein Projektionsglied darstelle, dessen übergeordnetes Zentrum von den Vierhügeln gebildet werde, und als dessen unteres Ende die Nervenkerne der Augenmuskelnerven ev. auch der Kopfdrehungsnerven zu gelten hätten; wohl haben auch HELD, BOYCE, CAYAL und VAN GEHUCHTEN sr. uns über die Existenz absteigender Bahnen im H.L.B. belehrt: aber erst die Analyse der Veränderungen des H.L.B. in Osmiumpräparaten infolge eines Medullarherdes hat uns zusammen mit HÖSELS und CRAMERS [4]) Untersuchungen am embryologischen Material über die Zusammensetzung des H.L.B. beim Menschen einigermaszen aufgeklärt. Leider stehen SPITZERS Untersuchungen noch unter dem Bann der DUVAL-LABORDE'schen Lehrsätze, so dasz ihm die supra-vestibuläre Rolle des Striatums entging. Wohl am weitesten voraus

---

[1]) Es ist die einseitige Atrophie des H.L.B. in Abb. 15 a, S. 137, die KODAMA in Frage stellt.

[2]) LEWY: Folia Neuro-Biol., 1909, Bd. II, S. 479.

[3]) SPITZKA: Neurol. Zentralbl., 1885, S. 248.

[4]) CRAMER: Anat. Hefte, 1900, S. 99.

blickte dieser Autor, als er schon 1899 dem H.L.B. auch die Leitung der willkürlichen Seitenwendung des Kopfes und der Augen zuschrieb.

§ 2. *Die rostralen Ausläufer des H.L.B. und die Commissura posterior (Pars ventrale).*

Am merkwürdigsten ist es in der Geschichte der Anatomie des H.L.B. der Auffassung über seine oralen Endigungen ergangen. Denn während schon KÖPPEN [1]) (bei Lacerta) und KÖLLIKER [2]) (beim Kaninchen), JAKOWENKO [3]) (beim Menschen) zahlreiche Fasern sich in der Commissura posterior verlieren sahen, geben HELD und CRAMER dies nur in sehr beschränktem Masze zu. In der Folge sehen wir dann wieder CAJAL, VAN GEHUCHTEN, MONAKOW und HONEGGER, sowie besonders WALLENBERG diesen Faserverlauf leugnen, obgleich auch sie das Auseinanderweichen der H.L.B.-Fasern an sagittalen Serienschnitten sehr deutlich beobachteten; obwohl auch ZIEHEN[4]) noch 1906 bei jungen Kaninchen und GOLDSTEIN bei Beinfischen markhaltige Fasern des H.L.B. bis in die hintere Commissur verfolgen konnte.

Es ist demnach kein Wunder, dasz meine positiven Angaben — Kreuzung der Hauptmasse der aufsteigenden sekundären vestibulären Fasern mittels der hinteren Commissur zu den gekreuzten Commissurkernen, welche ich zuerst auf Grund physiologischer Tatsachen annahm und deren Nachweis mit Hilfe von Osmiumpräparaten ich später vom Teleostier aufwärts bis zu den höheren Säugern liefern konnte — zunächst den Eindruck einer Rückkehr zu früherem Irrtum machen muszten. Erst in letzter Zeit haben GROEBBELS' genaue Untersuchungen an Tauben zu einer Bestätigung der von mir bei Katzen gefundenen doppelten Kreuzung einer groszen Zahl der aufsteigenden sekundären vestibulären Fasern [5]) geführt, während weiter RIESE, L. ALEXANDER [6]), MORGAN, ALLEN, PAPEZ sich mit der Nachprüfung meiner Befunde beschäftigten. Sowohl bei der Katze wie bei der Taube stoszen wir hier auf einen markanten Unterschied zwischen dem Verlauf der beiden wichtigsten aufsteigenden H.L.B.-Bahnen, deren Durchschneidung Zwangsbewegungen in der Horizontal- und Frontalebene bedingt. Während die zum Nucleus commissurae posterioris ziehenden, aus der Gegend des DEITERS'schen Kerns aufsteigenden H.L.B.-Fasern sofort in Höhe dieses Kerns die Mittellinie überschreiten, sodann im H.L.B. aufsteigen und in der Commissura zum 2. Mal kreuzen, ehe sie mit dem Nucleus commissurae

---

[1]) KÖPPEN: Naturforscherverslg., 1889.

[2]) KÖLLIKER: Anat. Anzeiger, VI, S. 430.

[3]) JAKOWENKO: Neurol. Zentralbl., 1888, S. 566.

[4]) ZIEHEN: loc. cit.

[5]) Bezüglich WALLENBERGs Ansicht irrt sich GROEBBELS. Noch vor kurzem hat W. das Eintreten der aufsteigenden Anteile des H.L.B. in die hintere Commissur geleugnet (Persönl. Mitteilung).

[6]) L. ALEXANDER: Arch. f. Psych., 90, 1930, S. 876.

posterioris (nämlich dem contralateralen) in Verbindung treten, steigen die lateraler gelagerten vestibulo-tegmentalen Fasern homolateral im H.L.B. auf, kreuzen fürs erste Mal in der Commissura posterior und treten dann mit dem contralateralen Nucleus interstitialis in Verbindung (Vergl. MARIEs und GUILLAINs Fall, S. 408). Wie schon aus meiner Beschreibung aus dem Jahre 1914 folgt, tritt der faserdünne absteigende Tr. commissuro-medullaris mit dem gleichseitigen Nucleus III und VI in Verbindung, um in der Medulla oblongata sein Ende zu finden. Dieses Bündel ist als final common path für die horizontale Körper- und Augenbewegung zu betrachten. Dagegen tritt der absteigende dickfaserige Tr. interstitio-spinalis sowohl mit dem gleichseitigen III-Kern als mit dem Nucleus trochlearis in Verbindung (WALLENBERG) und ist bis tief ins Rückenmark abwärts zu verfolgen (BOYCEs Bündel). Dieses Bündel ist als effektorisches Organ (final common path) für die Rollbewegung zu betrachten. Bezüglich der schon 1903 von WALLENBERG festgestellten Verbindungen der absteigenden H.L.B.-Fasern und meiner eigenen Beobachtungen an Tauben fand ich keine Tatsachen, welche zu den obigen bei Katzen gefundenen Verhältnissen im Gegensatz stehen.

§ 3. Zusammenstellung der ventralen Abschnitte der Commissura posterior.

Ebenso wie beim Tier hat man beim Menschen nur selten Gelegenheit von der genaueren Zusammenstellung der Commissura posterior sich ein Bild zu machen. Denn erstens kommen partielle Läsionen des H.L.B. selten zur Beobachtung, und weil die entarteten markscheidenarmen Fasern der Commissur selbst sich ja nicht oder kaum mit Osmiumsäure färben, sind auch die wenigen Fälle mit frischer partieller Degeneration hier untauglich. Dennoch verfüge ich über eine Katze, die ich im Hirninstitut vorgefunden habe, welche zeitlebens Manegebewegung nach links gemacht hatte und bei der sich post mortem eine lokale Entzündung der Oblongata herausstellte, welche auf der linken Seite die ganze DEITERSgegend befallen hatte (Abb. 42 a, b). Hier war der rechte Tr. vestibulo-mesencephalicus cruciatus atrophisch (Abb. 42 b) und man konnte das reduzierte Bündel bis in den ventralen Abschnitt der hinteren Commissur verfolgen. In Abb. 42 c sieht man auch die starke Reduktion des lateralen Zipfels des linken H.L.B. Es fand sich eine leichte Atrophie des linksseitigen Commisurkernes und eine dementsprechende Schrumpfung des links absteigenden Tr. commissuro-medullaris. Ein mit diesem Katzenbefund vergleichbares Präparat liefert uns C. VINCENTs Fall, der auf S. 264 angeführt ist. Hier finden wir den Tr. vestibulo-mesencephalicus knapp caudal von der Commissur durch eine Blutung zu teilweiser Entartung gebracht (Abb. 23 c), und wir können deswegen in den WEIGERT-PAL-Präparaten ziemlich genau den Verlauf des Bündels in der Commissur und weiter verfolgen. Die entarteten Partien des H.L.B. kennzeichnen sich durch eine Schwellung der Achsenzylinder (und deshalb des ganzen

Bündels) und durch feine Flüssigkeitsansammlungen, die helle Tröpfchen bilden (Abb. 23 d); sie heben sich deshalb scharf von den von der

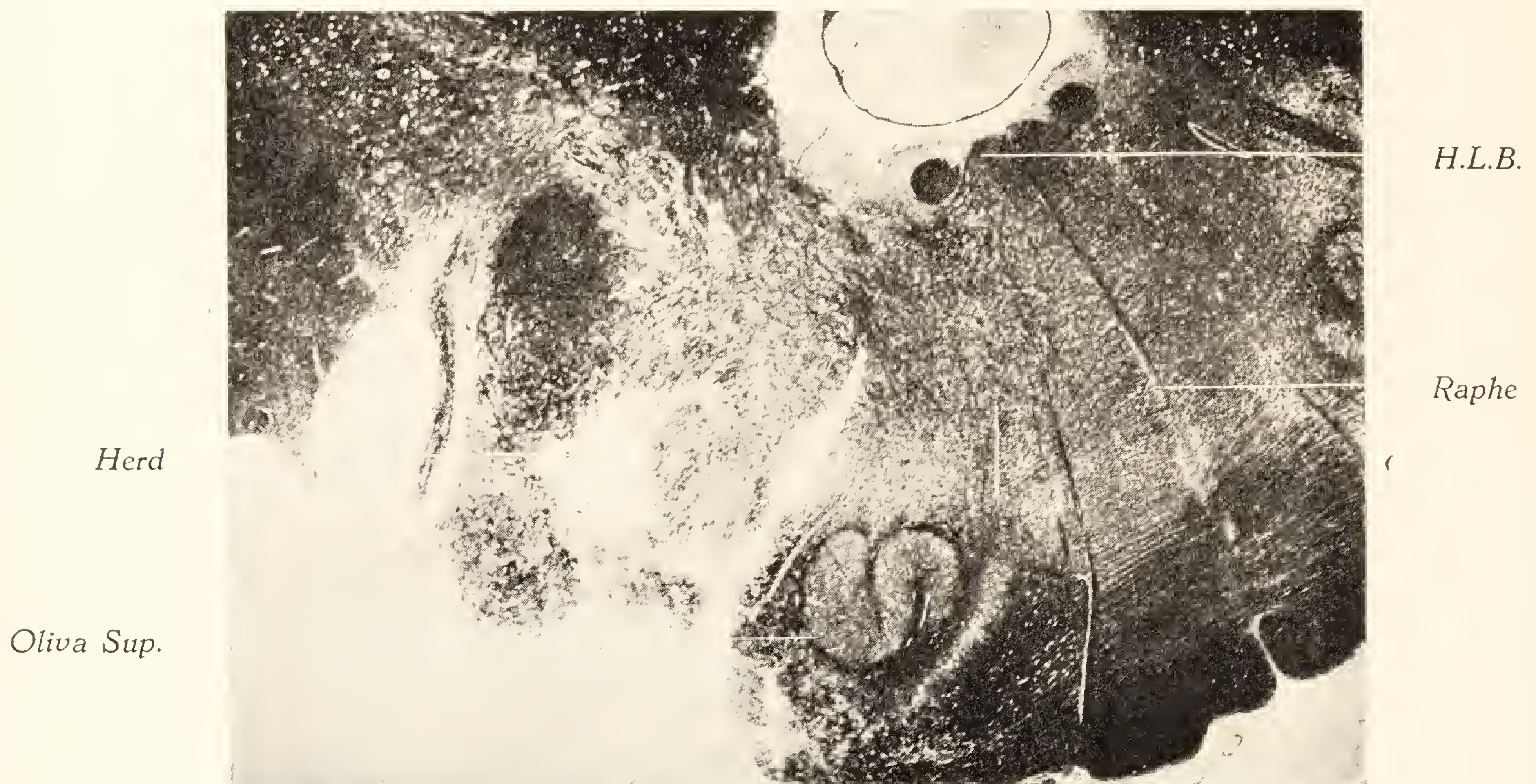


Abb. 42 a. Chronischer Entzündungsprozesz in der linken vestibulären Gegend der Medulla oblongata einer Katze, weshalb monatenlange Manegebewegung nach links.

andren Seite her in die Commissur kreuzenden H.L.B.-Anteilen ab (x).

Die Kreuzung der Mittellinie geschieht ziemlich weit nach vorn, bei Katze und Mensch kann man die kreuzenden Bündel nach jäher Richtungsveränderung an der oralsten Stelle des ventralen Abschnittes



Abb. 42 b. Hart oral von der Vestibulargegend findet man das rechte H.L.B. faserärmer als das linke, dem Ausfall des rechten Tr. vestibulo-mesencephalicus cruciatus zufolge.

der Commissur caudalwärts verfolgen, um sie in den Commissurkernen

Tr. vestibulo-mesencephalicus cruciatus



Abb. 42 c. Hier bemerkt man auch die Schmächtigkeit und Faserarmut des lateralen Horns des linken H.L.B. der Atrophie des linken vestibulo-tegmentalis lateralis (Abb. 11, S. 100) zufolge (x).

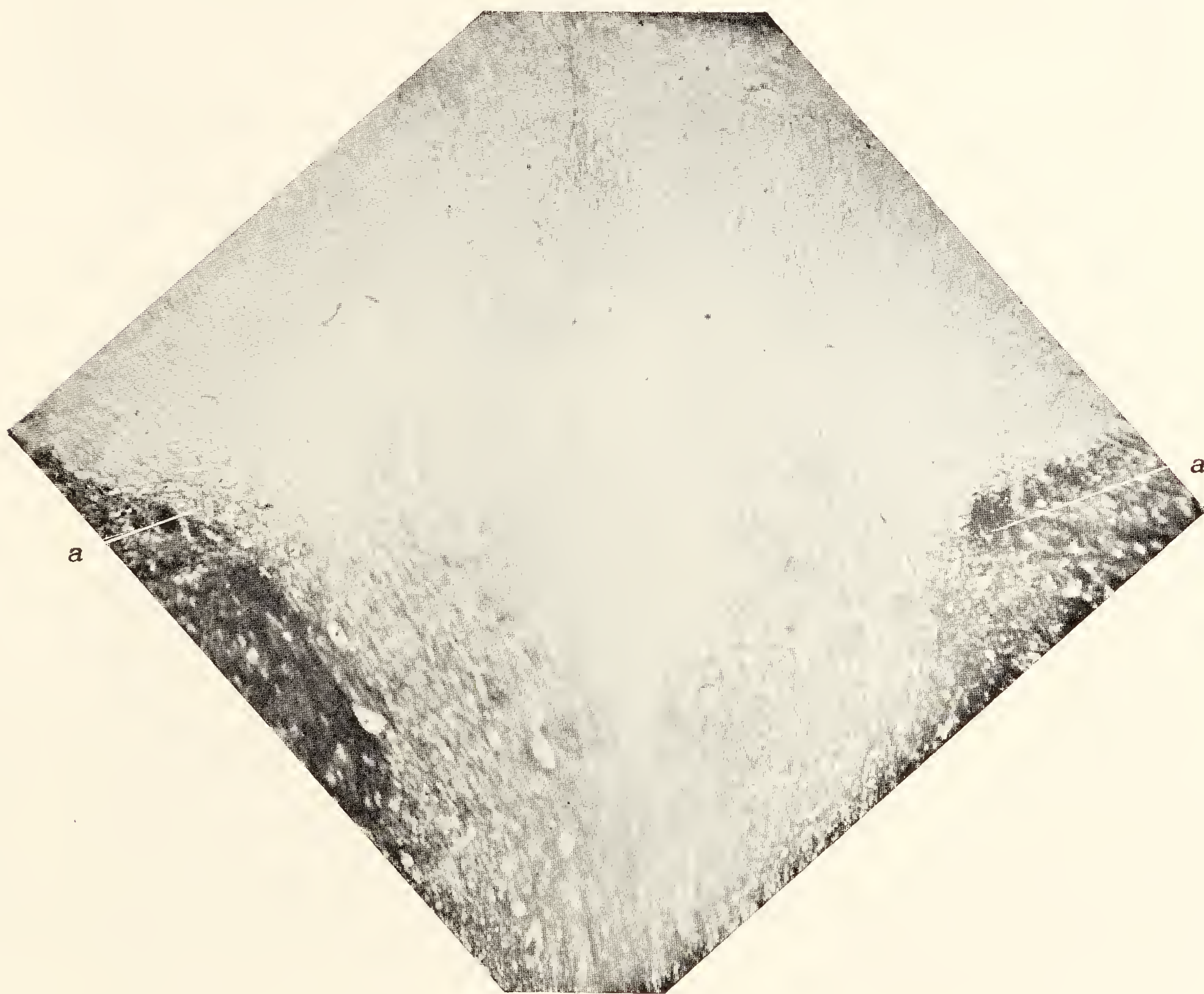


Abb. 42 d. Beim Anfang des medianen Kerns des zentralen Graus schicken sich die lateralen Horne des H.L.B. zur Kreuzung in der Commissura posterior an. Die am meisten dorsal getroffenen Faserbündel, mit a angedeutet, umfassen die bereits gekreuzten vestibulo-mesencephalen Bündel (das rechtsseitige schwächer als das linksseitige) und kreuzen zum contralateralen Nuc. commissurae posterioris hinüber (vergl. S. 100).

endigen zu sehen. Weil sie nur teilweise im zentralen Grau liegen, kann man an der Faserarmut (Abb. 23 b x, S. 266) der betreffenden Gegend die Ausstrahlungsstelle des entarteten rechten H.L.B. wiederfinden. Man kann in Abb. 23 a, 23 c, 23 d, 23 b den Verlauf des betreffenden Bündels (x) verfolgen.



Abb. 42 e. Das Verbindungsstück der hinteren Commissur (pars anterior) ist — wahrscheinlich infolge des beiderseitigen Faserverlustes — postmortal verschoben worden. Ausgesprochen ist der Unterschied an Anzahl der markhaltigen Fasern rechts und links. Der linke Abschnitt der Commissur umfaszt hier den starken Tr. vestibulo-mesencephalicus cruciatus und das ebenfalls faserreiche laterale Horn des rechten H.L.B., welche schon in caudaleren Präparaten kreuzten. Die rechte Commissurhälfte ist deshalb so faserarm, weil hier getroffen wurde: der noch in der Kreuzung begriffene schwächere mediale Abschnitt des H.L.B. (Tr. vestibulo-mes. cruc.) + das hier schon gekreuzte faserarme laterale Horn des linken H.L.B. Die Durchschnitte sind in dieser Katze ungewöhnlich symmetrisch, rechts und links in der selben Höhe, ausgefallen.

Die oben beschriebene Katze wurde für andre Zwecke bereits von TEUNISSEN [1]) publiziert. Das Tier hatte monatelang Manegebewegung nach der Seite des gesunden Tr. vestibulo-mesencephalicus gezeigt. Ein ähnlicher klinischer Fall liegt von MASSARY, BERTRAND, BOQUIEN und R. JOSEPH [2]) vor; bei der Autopsie fand man Atrophie des medialsten und des 2. Drittels des H.L.B. rechts; die Kranke zeigte beim Leben Manegebewegung nach links.

§ 4. *Entwicklung des Bündels im Vertebratenstamm.*

Wenn man den ganzen Werdegang des hinteren Längsbündels im

1) TEUNISSEN: Psych. en Neurol. Bladen, 1914, S. 227.

2) MASSARY, BERTRAND, BOQUIEN und R. JOSEPH: Rev. Neur., 1930, I, S. 707.

Vertebratenstamm übersieht, von den Cyclostomen aufwärts, findet man, dasz das H.L.B. zunächst bei Petromyzon fast ausschlieszlich absteigende Fasern führte, und zwar kann man schon einen Tr. commissuro-medullaris trennen von einem Tr. interstitio-spinalis, d.h. von den dicken MÜLLER-Fasern aus der oralen Riesenzellgruppe, welche den Nucleus interstitialis bildet. Ein aufsteigender H.L.B.-Anteil scheint zu fehlen. Es gibt hier wohl



Abb. 43*b*.



Abb. 43 a. Photographie eines sagittalen Durchschnitts durch den Hirnstamm eines Hühnerembryos, 9. Tag. BIELSCHOWSKY-Färbung (BOK). Man sieht eine Faser *x* des H.L.B. — in der Zeichnung 42 *b* angegeben — direkt in die hintere Commissur übergehen. Die Unterbrechung ist nur eine scheinbare; mit Hilfe des Mikrometers kann man die Fasern in ihrem Verlauf verfolgen.

nur einen sehr lateral und zwar auszerhalb der H.L.B.-Formation verlaufenden Tr. octavo-motorius cruciatus superior (KAPPERS, SCHILLING). Ein Tr. octavo-motorius cruciatus inferior soll nach KAPPERS ungekreuzt im H.L.B. aufsteigen, was ich aber nicht bestätigen kann. In nuce trifft man also bei diesen niedrigen Vertebraten, die noch nicht mit einem kompletten Labyrinth versehen sind, und bei denen von einer freien Beweglichkeit nach allen Richtungen noch keine Rede ist (siehe S. 19), ein Hinteres Längsbündel-Commissura-posteriorsystem an. Beim Teleostiergehirn finden wir schon beträchtliche Komplikationen — u.a. die vielfachen H.L.B.-Kreuzungen nach STERZI — deren Bedeutung noch keineswegs klar geworden ist. Im Prinzip ändert sich weiter recht wenig. Zwar haben CAJAL, DE LANGE, TUGE [1]) bei Reptilien Zuzüge aus dem Diencephalon, HOLLÄNDER [2]) und BECCARI aus der Decussatio supra-optica zum H.L.B. sehen wollen, welche Beobachtungen aber keine weitere Bestätigung erfahren haben; ebensowenig bestätigte sich die Annahme von CASTALDI, dasz die Achsenzylinder der groszen Zellen zum H.L.B., die der kleinsten in der Commissur verliefen. Auch die Trigeminusanteile nach CAJAL fanden Widerspruch bei DE LANGE; die cerebellären Anteile nach MONAKOW, EDINGER, LEWY, DEGANELLO, unlängst WINKLER, wurden von CAJAL, STERZI, BECCARI und mir geleugnet. Obwohl BECHTEREW, TSUCHIDA und FUSE aus den VI-Kernen gekreuzte Fasern in das H.L.B. treten sahen, haben VAN DER SCHUEREN und ich ausschlieszlich den Eintritt von absteigenden H.L.B.-Fasern in den III- und VI-Kern beobachtet und nicht umgekehrt. Bei den höheren Mammaliern finden wir dagegen — und darin sind alle Autoren einig —, dasz eine gewaltige Vermehrung der aufsteigenden Fasern stattgefunden hat. Bezüglich weiterer Einzelheiten sei auf die Ausführungen von BARTFLMEZ, TELLO und BECCARI [3]) verwiesen. Das H.L.B. hat sich von einem hauptsächlich mesencephalo- und medullo-fugalen Bündel entwickelt zu einem vor allem aufsteigenden supra-vestibulären Systemteil; eine Vielheit von aufsteigenden Systemen und Faserrückgang der absteigenden Systeme war im Sinne HERRICKS und SHERRINGTON das führende Prinzip in dieser sonderbaren Entwicklung. Dies gilt aber ausschlieszlich von der proximalen Strecke des H.L.B., denn alle späteren Autoren sind sich darin einig, dasz caudal von der Vestibulargegend das H.L.B. lediglich absteigende Fasern enthält.

§ 5. Verbindung des H.L.B. mit den Oculomotorius- und anderen Kernen.

Die verschiedenen angeblichen Verbindungen des H.L.B. sind unlängst von CASTALDI [4]) in einer eifrigen Arbeit einer ausführlichen Besprechung

---

1) TUGE (Hideomi): Jnl. Comp. Neur., Bd. 55, 1932, S. 250.
2) HOLLÄNDER: Jenaische Zeitschr. f. Naturk., 55, 1917, 203.
3) BECCARI: Monitore zoologico, XX, 1909, S. 245.
4) CASTALDI: loc. citat.

unterworfen worden; der Autor ging dabei auch auf die Frage ein, ob sich der Nucleus Darkschewitsch mit dem Nucleus commissurae posterioris deckt. Von prinzipieller Wichtigkeit ist aber die Frage, inwieweit die ersten Untersucher mit der MARCHI-Methode, PROBST und FRASER, recht hatten, als sie die aus den vestibulären Kernen aufsteigenden gekreuzten Fasern in die III-Kerne sich aufsplittern zu sehen meinten. Meines Erachtens haben diese Pioniere mit dieser Angabe eine nur z.T. richtige Auffassung vertreten, die in der Folge vielfach ein exaktes Verständnis der Verhältnisse verhindert hat. Schon VAN GEHUCHTEN SR.[1]) hat ernst vor dieser Irrlehre gewarnt, dasz nämlich mit den vestibulären Oculomotoriuskernverbindungen die aufsteigenden Bündel sich erschöpft haben sollten. In gut gefärbten Längsschnitten kann man sich von der Richtigkeit der Ansicht VAN GEHUCHTENS überzeugen. Der erwähnte anatomische Fehler wurde aber durch einen physiologischen dadurch kompliziert, dasz spätere Untersucher fast einmütig der Meinung Ausdruck gaben, dasz mit dieser Verbindung die gesuchte Augenreflexbahn gefunden wäre. Diejenigen, welche dieser Meinung waren, vergassen, dasz nirgendwo im Nervensystem ein Reflexvorgang überhaupt, also ganz sicher nicht ein so verwickelter wie der der Augenmotilität blosz durch periphere Zentren vermittelt wird. Wenigstens *ein* koordinierender Apparat ist zwischen den rezeptorischen und effektorischen Neuronen eingeschaltet. Man wird, in Verbindung mit den experimentellen Ergebnissen am H.L.B., wohl nicht übersehen können, dasz die weitere Verbindung der aufsteigenden vestibulären Bahnen mit den Commissurkernen — die ja zu allen Augenmuskelkernen Kollateralen abgeben — den physiologischen Anforderungen genügt.

Da aber die *direkte* Verbindung der vestibulären Bahnen mit dem Oculomotoriuskern gesichert dasteht — hat doch BECCARI den Beweis geliefert, dasz dieser Kontakt durch besondere *cupuliforme Gebilde* bewerkstelligt wird — so erhebt sich für uns die Frage: wozu besteht denn diese Verbindung? Freilich kann man hier nur Vermutungen äuszern, und so möchte ich hier an die alten HELD'schen Beobachtungen erinnern. H. wies auf die besondere, dem vestibulären System eigene Eigentümlichkeit hin, dasz die Neuronenverknüpfungen hier so zustandekommen, dasz die Achsenzylinder nicht nur eine Verbindung mit dem nächsten, sondern teilweise auch mit dem übernächsten Kern unterhalten. So liegt die Annahme nahe, dasz hier der vorläufige Kontakt mit dem III-Kern den Zweck habe, im Sinne der Sicherung einer schnellen Reflexwirkung, die Anspruchsfähigkeit dieses peripheren motorischen Kerns zu erhöhen.

Über die Verbindung der reticulären Formation mit dem H.L.B., welche nach HELD sowohl gleichseitig als gekreuzt ist, ist an anderer Stelle gesprochen worden, ebenso über die WHITAKER-ALEXANDER'sche Auffassung (S. 105).

---

[1]) VAN GEHUCHTEN: Neurol. IV, 1904, S. 57.

Dasz die Funktion des H.L.B. keineswegs mit der Augenbewegung und Lokomotion erschöpft ist, wurde schon von v. GUDDEN betont, der auf die gute Entwicklung des Bündels beim blinden Maulwurf hinweist. Bei niederen Tieren (Amblystoma) schlieszt COGHILL sogar: das H.L.B. vermittelt alle Bewegungen. Die vielseitigen Verbindungen — unter anderem mit dem Nucleus Ruber, FORELs Feld, den vorderen Vierhügeln, dem LUYSschen Körper — welche CRAMER auf Grund embryologischen Materials annahm, werden durch MARCHI-Präparate allerdings sämtlich nicht bestätigt. Da aber Osmium nur die Markscheiden färbt, kann ein negativer Befund hier kaum entscheidend sein. Dasselbe gilt von der von SCHNOPFHAGEN und KÖLLIKER beschriebenen ventralen Commissur des H.L.B. und auch die angebliche Verbindung mit den V-Kernen ist meines Erachtens nichts weniger als bewiesen. CRAMERs Fall (Tumor der Thalamusgegend), der Fall LONG-ROUSSY und MARIE-GUILLAIN [1]) und derjenige TARASEWITSCH' [2]) beweisen ebenso wie meine Tierversuche, bei denen regelmäszig Atrophie der medialsten Teile des H.L.B. auftrat, dasz beim Vierfüszler und Menschen die aus den Commissurkernen in die Oblongata (Tr. commissuro-medullaris) und in das Rückenmark (Tr. interstitiospinalis) absteigenden Fasern meistens, wenn nicht ausschlieszlich, im medialen Abschnitt des H.L.B. verlaufen.

Obwohl der von SPITZER schon 1899 meisterhaft beschriebene Fall [3]) eines medullären Tumors für die feinere Analyse des menschlichen H.L.B. sehr viel versprach, sind wir noch recht wenig informiert über die entsprechenden Areale der aufsteigenden Anteile des H.L.B. In der Zukunft wird eine genaue Beschreibung des Verhaltens des H.L.B. in verschiedener Höhe an Hand von Abbildungen bei den in Frage kommenden Fällen eine schmerzlich empfundene Lücke ausfüllen müssen. Der MARCHI-Methode ist hier sicher der Vorzug zu geben. Auch beim Tier war die Ausbeute in dieser Hinsicht mit der Atrophiemethode nur gering. Ich erinnere an MAHAIMs [4]) Versuche, der beim Kaninchen den III- und IV-Nerv durchschnitt und den lateralen Abschnitt des H.L.B. nur auf einer kleinen Strecke seines Verlaufs atrophisch fand.

§ 6. *Näheres über die Zusammensetzung und Funktion des H.L.B. und der Commissura posterior beim Menschen. Absteigende Anteile des H.L.B. und deren physiologische Bedeutung.*

Nach allem Vorangegangenen werden wir gestehen müssen, dasz das Tatsachenmaterial, auf welches sich eine Analyse des menschlichen H.L.B. aufbauen könnte, ein recht winziges ist. Zwar haben wir den bekannten Fall SPITZERs, den von LONG und ROUSSY, einige Fälle von THOMAS, ferner die Ausführungen SPILLERs, sowie die neueren Angaben

[1]) MARIE-GUILLAIN: Nouvelle Iconogr. d. l. Salpétrière, 1903, S. 510.
[2]) TARASEWITSCH: Obersteiners Arbeiten, IX, 1902, S. 256.
[3]) SPITZER: Obersteiners Arbeiten, VI, 1899, S. 1.
[4]) MAHAIM: Bulletin d. l'académie royale de Belgique, IX, 1895, p. 640.

van Gehuchten Juniors; aber soweit ich sehen kann, wird es kaum gelingen eine wesentlich grószere Zahl brauchbarer Untersuchungen in der Literatur zu finden. Zunächst fragen wir: welche Angaben liegen denn über das H.L.B. des Menschen vor.

Wir haben in den vorhergehenden Paragraphen (bes. § 5) gesehen, dasz es schon bei den niederen und niedrigsten Vertebraten (Petromyzon) im Prinzip zwei gesonderte, aus der Commissurgegend im Areal des H.L.B. absteigende Bahnen gibt, und dasz es sich herausstellte, dasz beide Autoren recht hatten, Cajal, als er die absteigenden H.L.B.-Fasern aus dem Nucleus interstitialis [1]), de Lange, als er sie nur aus dem Nucleus commissurae posterioris hervortreten sah, da es sich hier um zwei verschiedene absteigende Bündel, mit gesonderten Funktionen, handelt. Die Lage dieser beiden aus der hinteren Commissurgegend absteigenden Bündel, die von mir 1914 als ganz medial im H.L.B.-Areal verlaufend bei Kaninchen und Katzen geschildert wurden, ist von Holländer auch für niedere Tiere (Lacerta und verschiedene Vögel) bestätigt worden. Nicht ohne Interesse ist es, dasz dieser Autor — nach seiner Abb. 7 — auch den von mir betonten Verlauf einer Anzahl in die Commissur aufsteigender H.L.B.-Fasern bestätigt; erst van Gehuchten Jr. bestätigte meine Angabe, dasz fast alle aufsteigende H.L.B.-Fasern sekundäre vestibuläre Fasern sind.

In den nach meiner Publikation von 1914 erschienenen Arbeiten anderer Autoren fällt auf, dasz zwar die anatomischen Einzelheiten des H.L.B. bei verschiedenen Tierarten nachgeprüft wurden, meine Angaben über die physiologische Bedeutung der beiden *absteigenden* H.L.B.-Bündel aber noch von keiner Seite diskutiert wurden. Doch haben schon Fachanatomen wie Edinger, Quensel und Castaldi auf die wahrscheinlich koordinatorische Natur der Commissur- und Tegmentalkerne nachdrücklich hingewiesen und die Meinung ausgesprochen, dasz diesen Kernen dieselbe koordinatorische, mit der Lokomotion zusammenhängende Funktion zukomme wie offenbar den Mauthner- und Müller-Kernen bei den Fischen. Da die Tierversuche auf den Nucleus commissurae posterioris als den „final common path" für die Manegebewegung und auf den Tr. interstitio-spinalis als den entsprechenden für die Rollbewegung hinwiesen, wird es angezeigt sein, bei geeigneten Untersuchungen am Menschen diese Fragestellung im Auge zu behalten. In beiden eigenen Fällen (Abb. 20 g und 22 f, SS. 253 und 262) bestand in der Tat eine Andeutung von Blickzwangsstellung zur Seite der geschädigten Nuc. commissurae posterioris.

Zunächst sei weiter der bekannte Fall Long-Roussy betrachtet. Hier bestand ein frischer Herd in der linken Commissurgegend, der so lokalisiert war, dasz er das linke zentrale Haubenbündel und den linken Nucleus interstitialis vernichtete; infolgedessen findet man im medialsten Teil des

---

[1]) Cajal: Système nerveux, 1911, S. 230.

H.L.B. die bis tief ins Rückenmark herabreichende entsprechende Entartung (Abb. 14—23). In diesem Fall bestand unvollständige HERTWIG-MAGENDIE'sche Schielstellung der Augen, denn das Auge der gesunden Seite war nach unten gerichtet (beim Blick nach unten war die Divergenz der Bulbi weniger ausgesprochen). Auch zeigte der Kranke seitliche Fallneigung, anscheinend ebenfalls nach der gesunden Seite. Dasz wir hier den Tr. interstitio-spinalis im medialsten Abschnitt des H.L.B. entartet sehen, stimmt nicht nur mit meinen Beobachtungen bei der Katze völlig überein (SS. 92, 99, 103, 122), sondern auch mit meinem (1922, Brain)

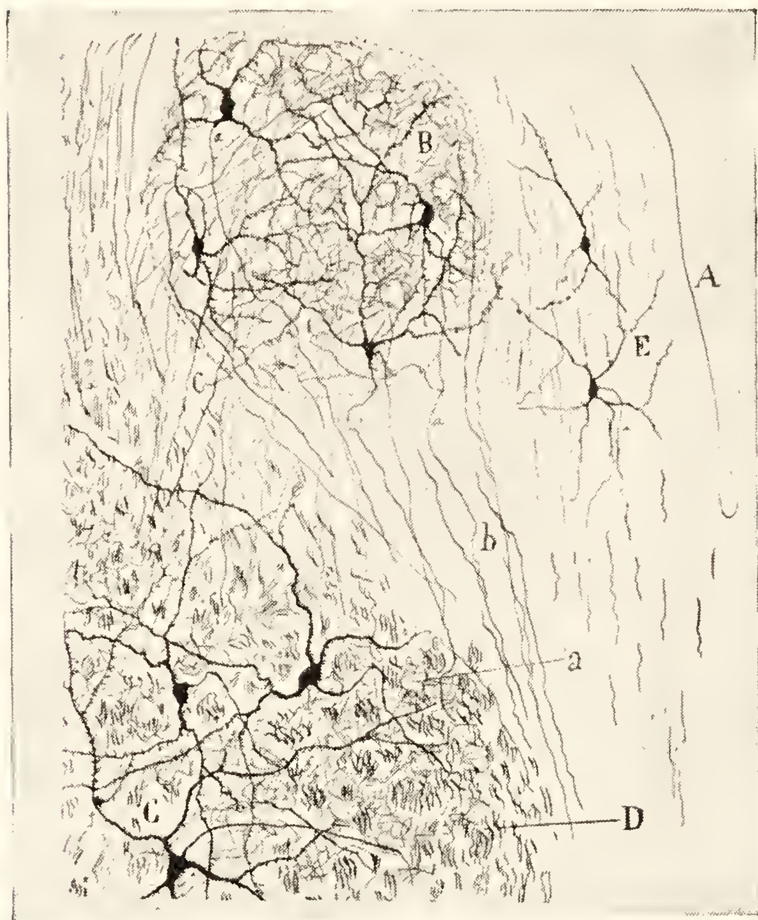


Abb. 44. Silberpräparat, nach CAYAL, der Gegend der Commissurkerne, bei einer jungen Katze. A. Ventrikel. B. Nuc. commissurae posterioris. C. Nuc. interstitialis. E. medialer grauer Kern. b. Tr. commissuro-medullaris. a. Tr. interstitio-spinalis. Beide letztere Faserbündel verschwinden in dem medianen Abschnitt des H.L.B. (D in der Abbildung). c. sind Verbindungsfasern zwischen beiden Commissurkernen. Ähnliche Verbindungsfasern zwischen den Commissurkernen und medialen grauen Kernen sind in der Abb. nicht dargestellt.

mitgeteilten Untersuchungsbefund mit Atrophie desselben Bündels beim Menschen infolge eines Herdes im Striatum (Pallidum).[1]) Der einzige Fall (LONG-ROUSSY) in der Literatur mit ausschlieszlicher Entartung des Tr. interstitio-spinalis mit Osmiumfärbung gibt Anlasz zu der Überlegung, ob das CLAUDE'sche sogen. Syndrom des Roten Kerns [2]) nicht ebenfalls teilweise auf Läsion der Commissurgegend einer Seite beruht, denn auch dort wurde Fallen nach der gesunden Seite verbunden mit (unvollständiger) konjugierter horizontaler Deviation der Augen festgestellt. — An SARBOs Hyptokinesis (vergl. § 2, S. 334) soll hier nur erinnert werden. Hinsichtlich der Anatomie glaube ich unter Berücksichtigung des gesamten jetzt vorliegenden Materials die Ansicht von THOMAS, LONG und ROUSSY — die absteigenden H.L.B.-Fasern stammen z.T. aus dem

[1]) Und ebenfalls mit den Tierversuchen ROUSSYs (La Couche optique, Paris 1907), mit dem Unterschied jedoch, dasz die Zwangsbewegungen — Manegebewegung nach der kranken, Fallen nach der gesunden Seite — nicht dem Umfang der Läsion des Hirnpedunkels proportional sind, wie ROUSSY meinte, sondern dem Grad und Umfang der Läsion der Commissurkerne.

[2]) CLAUDE: Rev. neurol.. 1912, I, S. 313.

Nucleus commissurae posterioris, z.T. aus der Substantia reticularis mesencephali — dahin auch für den Menschen präzisieren zu können, dasz der dünnfaserige Tr. commissuro-medullaris nicht weiter als bis zur Oblongata zu verfolgen ist und als „final common path" für die laterale konjugierte Deviation dient; Reizung des Bündels erzeugt horizontale Deviation nach der gesunden, Entartung nach der kranken Seite, während der dickfaserige Tr. interstitio-spinalis bei tief ins Rückenmark als „final common path" absteigt. Bei dessen Untergang durch Schädigung des Nuc.

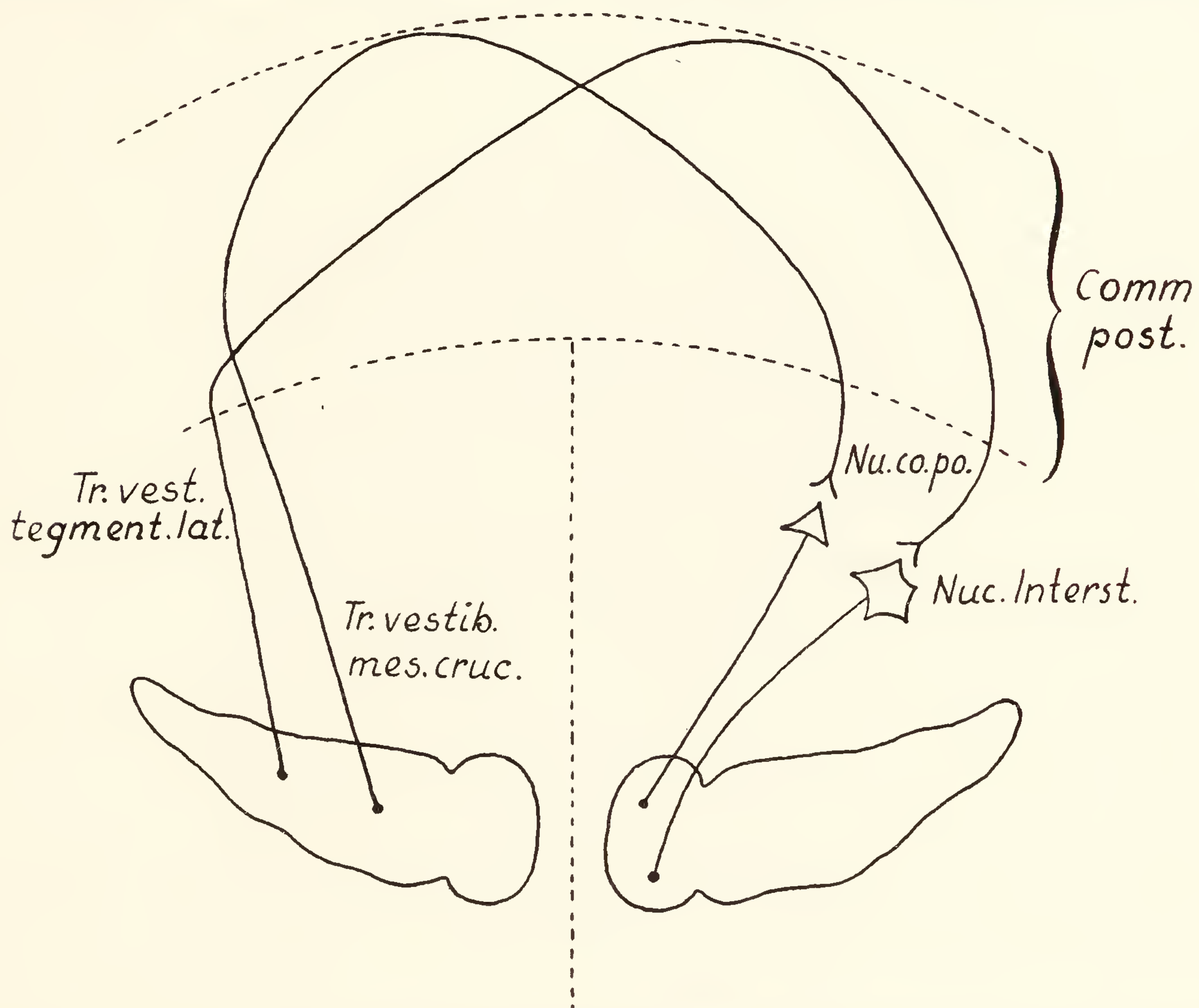


Abb. 45 Hintere Commissur, von oben gesehen. Wahrscheinliche relative Lage der kreuzenden H.L.B.-Anteile.

interstitialis tritt Fallneigung nach der gesunden Seite und entsprechende HERTWIG-MAGENDIE'sche Schielstellung auf, und zwar nach der gesunden Seite; Reizung dieses Kerns ergibt diese Schielstellung nach der gereizten Seite (S. 107 unten).

Hier hat man auch an GRAHAM BROWNs Reizungsversuche an durchschnittenen Hirnstämmen von Katzen und Affen zu denken. Dieselben decken sich vollständig mit meinen, dem Autor unbekannt gebliebenen, Durchschneidungsversuchen des H.L.B. 1914, nach welchen die Sektion des rechten H.L.B. im Hirnstamm horizontale konjugierte Deviation von Kopf und Augen nach links und Rollstellung nach rechts zur Folge hat. Wenn SPIEGEL und KORNYEI Zweifel über die Bedeutung des H.L.B. für die sich deckenden Reizungs- und Durchschneidungsversuche äuszern, kann man ihnen erstens entgegnen, dasz bei diesen Resultaten die *auf*steigenden Anteile des H.L.B. maszgebend sind und zweitens, dasz wir schon aus PROBSTs Arbeiten die Bereitschaft der verschiedenen aus dem Hirnstamm ins Rückenmark absteigenden Faserbündel kennen, die anderswo gestörte Funktion zu übernehmen. Auch LORENTE DE NÔs Versuche für die Augenbewegungen scheinen dasselbe zu zeigen. Bei einer erneuten Nachprüfung dieser Verhältnisse hätte man vor allem auf Stromstärke-Unterschiede bei aufeinanderfolgenden Reizungsversuchen zu achten.

Der von mir im Hirninstitut untersuchte Fall von Atrophie des medialsten Abschnitts des H.L.B.[1]) und zwar beider aus der Commissurgegend absteigenden Bahnen, ist deshalb von Interesse, weil hier kein Herd in der Commissurgegend, hingegen ein solcher im Striatum gefunden wurde, woraus meines Erachtens der Schlusz zu ziehen ist, dasz diese H.L.B.-Anteile auch entarten, wenn in früher Jugend die tertiären supra-vestibulären Zentren, die im Pallidum enthalten sind, vernichtet werden. Leider verfügt man in diesem Falle nicht über die Krankengeschichte. Auch SCHAFFERs Befund (Abb. 46) spricht im selben Sinne. Man vergleiche



Abb. 46. Mittelhirn, VON SCHAFFERs Fall. I. Beide Pallida sind bei diesem Anencephalen ausgefallen. Deshalb vermiszt man beiderseits den medialsten Abschnitt des H.L.B.

auch die in § 5 dieses Kapitels erwähnten Fälle von MAHAIM (S. 417) und HÖSEL. Historisch betrachtet ist es von Interesse, dasz bereits DARKSCHEWITSCH[2]) bemerkt hat, dasz sein „oberer III-Kern" (Nucleus interstitialis) mit den dickeren innersten Fasern des H.L.B. in Verbindung steht; ferner mit dem ventralen Teil der hinteren Commissur und mit der Linsenkernschlinge. Desgl. hat bereits REDLICH[3]) aus dem Vergleich verschiedener Katzenversuche den Schlusz gezogen, dasz nach Läsion eines vorderen Vierhügels der Teil des H.L.B. entartet, der nicht weiter

[1]) MUSKENS: Brain 1922, S. 470.
[2]) DARKSCHEWITSCH: Arch. f. Anat. u. Physiol., 1889, S. 107.
[3]) REDLICH: Monatschr. f. Psychol., V, 1899, S. 119. Auch KOHNSTAMM: Monatschr. f. Psych., VIII, 1900, S. 261.

als bis zur Oblongata absteigt und aus der Substantia reticularis pontis einen Zuwachs an Fasern erfährt.

Es ist wahrscheinlich, dasz es die absteigenden Fasern des H.L.B. sind, welche zusammen mit dem Globus pallidus beim Embryo am frühesten die Markscheiden erhalten.[1]) Dasz diese H.L.B.-Fasern nicht nur für die Augenbewegungen, sondern in Übereinstimmung mit SPITZER auch für die Lokomotion und die Orientierung über die Raumverhältnisse eine wichtige Rolle spielen, zeigt der interessante Befund von KAPLAN und FINKLENBURG.[2])

Alles in allem können wir keineswegs mit SPILLER (1924) darin übereinstimmen, dasz aufsteigende Bündel aus den Vestibulariskernen nicht bekannt seien, wenn auch zugegeben werden musz, dasz das vorliegende Material vorläufig ganz und gar unzureichend ist, eine genaue Analyse der Bezirke der verschiedenen aufsteigenden sekundären vestibulären Bahnen im H.L.B. beim Menschen durchzuführen. Über die 2 aus der Commissurgegend absteigenden Bahnen sind wir hingegen besser informiert, und wir konnten beim Menschen ihre stark mediane Lage übereinstimmend mit den bei Katzen erhobenen Befunden feststellen.

§ 7. *Weiteres zur Begründung der strukturellen Abhängigkeit des medialen Abschnitts des H.L.B. von den gleichseitigen Commissurkernen und deren striären Verbindungen beim Menschen.*

Ein wichtiger Fall für die uns hier interessierenden Fragen wurde von HALBAN und INFELD publiziert. Hier hatte sich infolge eines verkalkten Tuberkuloms in der linken Hirnschenkelhaube eine komplizierte Augenschielstellung entwickelt, welche einerseits Anklänge an eine horizontale konjugierte Deviation nach links, anderseits an eine HERTWIG-MAGENDIE'sche Schielstellung — im Sinne der Rollbewegung nach der gesunden rechten Seite — darbot. Dabei war Hebung und Senkung der Augen aufgehoben.[3]) Nach der anatomischen Beschreibung waren auszer dem linken Fasc. retroflexus beide Commissurkerne und Nuc. medianus grisei links vernichtet und als Folge davon war der ganze mediale zentrifugale Abschnitt des H.L.B. ausgefallen; es bestand also Atrophie des linken Tr. commissuro-medullaris und Tr. interstitio-spinalis.

Es ist sehr lehrreich, diesen Fall mit dem von TARASEWITSCH (im selben Bande, S. 25) zu vergleichen, bei welchem der gröszte Teil des Globus pallidus zerstört war. Wir kommen dabei zu dem Schlusz, dasz die Zusammensetzung des medialen Abschnitts des H.L.B. beim Menschen vollkommen den Verhältnissen bei der Katze entspricht, und dasz in

---

[1]) SANTE DE SANCTIS, Monatschr. f. Physiol., IV, 1889, S. 237 und rezente Beobachtungen von KEENE und HEWER.

[2]) KAPLAN und FINKLENBURG: Monatschr. f. Psych., V. 1900, S. 210. — Nach BEATTY, BROW und LONG (Proc. Roy. Soc. B., V. 106, 1930) enthält der mediane Abschnitt des H.L.B. auch absteigende Fasern aus dem Hypothalamus (Nuc. periventricularis).

[3]) HALBAN und INFELD: Arbeiten aus d. Neur. Inst. Wien, IX, 1902, S. 388.

beiden Fällen eine Abhängigkeit von den gleichseitigen Commissurkernen und dem Globus pallidus besteht. Nicht weniger aufschluszreich ist ein Vergleich der Konfiguration des lateralen Abschnitts des H.L.B. und der Commissura posterior bei den beiden Fällen, sowie der hiervon abhängigen klinischen Symptome (§ 5, S. 205, § 5, S. 242, S. 417).

Während bei dem Fall von TARASEWITSCH die hintere Commissur und auch die lateralen Abschnitte des H.L.B. normal entwickelt waren, fiel HALBAN und INFELD die starke Asymmetrie der Commissur auf (loc. cit. S. 368). Diese Asymmetrie steht in Übereinstimmung mit dem Unterscheid in den lateralen Abschnitten des H.L.B., welche auf der kranken Seite viel schmächtiger sind als rechts. Aus diesem Vergleich ist auf eine direkte strukturelle Abhängigkeit der beiden absteigenden Bündel im H.L.B. (Tr. commissuro-medullaris und Tr. interstitio-spinalis) in erster Linie von den beiden gleichseitigen Commissurkernen und in zweiter Linie vom gleichseitigen Globus pallidus zu schlieszen. Dagegen erscheinen sowohl die lateralen Abschnitte des H.L.B. als auch die Commissura posterior selbst vom Globus pallidus gänzlich unabhängig.

Weiter ergibt sich aus dieser vergleichenden Betrachtung, dasz die anatomo-physiologischen Untersuchungen an Katzen, ebensowenig wie die entsprechenden Befunde beim Menschen HALBANs und INFELDs Vermutung zu stützen vermögen, dasz auszer den beiden medialen absteigenden Bündeln auch im lateralen Abschnitt des H.L.B. absteigende Bündel angetroffen werden.

Über das latero-pontine Bündel (WALLENBERGs Bündel lateral vom H.L.B., PROBST, RIESE, KARPLUS, ECONOMO, JAKOB), das ich experimentell an Katzen und Vögeln mehrfach zur Degeneration gebracht habe, und dessen genauer Ursprung uns noch immer nicht bekannt ist, kann ich keine neuen Beobachtungen [1]) verzeichnen. Wenn auch E. POLLACK zugegeben werden musz, dasz namentlich im supra-vestibulären System mehrfache Sicherungen notwendig sind, so ist doch an der Forderung der Fachphysiologen festzuhalten, dasz man sich hüten soll, vestibuläre Bedeutung bestimmten Bahnen zuzuschreiben, bevor eine solche Funktion experimentell bewiesen ist. Auch für eine solche Deutung des F. retroflexus und Tr. thalamo-mamillaris (VICQ D'AZYR) sprechen bis jetzt nur Vermutungen.

§ 8. *Herdsymptome der Hirnschenkelhaube.*

Wie man sich erinnert, verdanken wir BENEDIKT [2]) die Aufstellung eines der Hirnschenkelhaube zugehörigen Syndroms, das wesentlich aus einseitigen krampfartigen Bewegungserscheinungen (Hemiathetose) und gekreuzter Oculomotoriuslähmung besteht. Bei dem Fall HALBANs und INFELDs waren Augenbewegungsstörungen vorhanden, während jedoch die Oculomotoriuskerne intakt befunden wurden, ein Befund, welcher die

---

[1]) Vergl. Ref. S. 130.

[2]) M. BENEDIKT: Nervenpathologie und Electrotherapie, Leipzig 1874.

ausgezeichneten Wiener Neurologen zu allerart theoretischen Spekulationen verleitete, mit dem Ziel, ihre Befunde mit der SPITZER'schen Hypothese — im H.L.B. jeder Seite verlaufe die Blickbahn der selben Seite — in Übereinstimmung zu bringen (S. 388). Sie erkennen allerdings die Schwierigkeit der Erklärung der Augenparese voll an, und sind ebenfalls der Ansicht (S. 359), dasz in den kasuistischen Mitteilungen über Herde in der vorderen Haube es immer fraglich bleibt, ob ein Strabismus oder eine Augenmuskellähmung vorliegt.

Wenn man diese schon älteren Ergebnisse mit den späteren aus CLAUDEs Schule über das Nucleus-Ruber-Syndrom und SARBOs Ausführungen über die sogenannte Hyptokinese (Fallneigung nach der gesunden Seite bei einem Herd in der Commissurgegend) vergleicht, kann kaum ein Zweifel darüber aufkommen, dasz wir es beim Übergang des Mittelhirns zum Thalamus mit 2 gesonderten Syndromen mit verschiedener Lokalisation zu tun haben. Erstens musz bestätigt werden, dasz das ursprüngliche BENEDIKT'sche Syndrom zu Recht besteht; ein Herd, der die Substantia nigra und den Oculomotoriuskern einer Seite vernichtet, hat neben Hemiathetose (und Hemiplegie) eine damit gekreuzte Oculomotoriusparese zur Folge. Davon ist abzutrennen ein vorderes BENEDIKT'sches Syndrom, bei welchem die richtige Oculomotoriusparalyse vermiszt wird, dafür aber Ausfallserscheinungen der Commissurkerne (und der zentralen grauen Substanz) der einen Seite auftreten, und zwar zunächst — in Übereinstimmung mit dem Tierexperiment — HERTWIG-MAGENDIE'sche Schielstellung mit Fallneigung nach der gesunden Seite (vom Nucl. interstitialis abhängig), sowie konjugierte horizontale Deviation nach der kranken Seite (vom Nuc. commissurae post. abhängig). Leider vermiszt man in TARASEWITSCH' Beschreibung seines Pallidumherdes jede Schilderung der klinischen Symptome. Es kann in Hinsicht auf den anatomischen Befund — Untergang beider absteigender H.L.B.-Bündel — kaum einem Zweifel Unterliegen, dasz auch in diesem Falle konjugierte horizontale Deviation nach der kranken und Fall- bezw. Rollneigung nach der gesunden Seite bestanden hat.

§ 9. *Physiologische Bedeutung des H.L.B.*

Hält man die Zeit zu der Aufstellung gewisser Leitsätze, welche die Funktion dieses, eines der wichtigsten Grundbündels des Hirnstammes, darstellen sollen, gekommen, so wird man gut daran tun, sich streng an objektive, wohl beobachtete Tatsachen zu halten, um der sehr begreiflichen Neigung, hier zu theoretisieren, aus dem Wege zu gehen.

Wir wissen von allen höheren Vertebraten, von den niederen Fischen an bis zum Menschen, dasz das H.L.B. aus aufsteigenden und absteigenden Faserbündeln zusammengesetzt ist, und dasz Verletzungen derselben von Zwangsbewegungen und Augenzwangsstellungen in 2 Ebenen (horizontaler und frontaler) gefolgt sind. Die aufsteigenden Bahnen werden hauptsächlich von sekundären vestibulären Fasern, die absteigen-

den von commissuro-medullären und interstitio-spinalen Fasern gebildet.

Beide reflexartig zusammengesetzte Systeme bilden ein hoch koordiniertes System, mittels vielfacher Kreuzung der aufsteigenden Bahnen in der hinteren Commissur und der auf- und abwärts ziehenden Faserverbindungen zwischen den Commissurkernen und den Globi pallidi, welche untereinander wahrscheinlich mittels der Commissura Meynert verbunden sind.

Das sind die reinen Tatsachen. Man kann sich SPITZER, KARPLUS und TRENDELENBURG [1]) anschlieszen, dasz durch dieses System „mittels Verwirkung der Erregungen subcorticaler bezw. sensorischer Stationen eine derartige Erregung subcorticaler und wohl auch spinaler motorischer Zentren vermittelt wird, dasz auf solche dunklen (oder nicht) zum Bewusztsein gelangenden Reize koordinierte Bewegungskomplexe folgen, welche für die automatische Orientierung van Bedeutung sind" (K. und T., S. 223).

In der Tat spricht vieles dafür, wobei man sich erinnern wird, dasz klinische Gründe dafür angeführt wurden, dasz auch die willkürlichen Augenbewegungen von diesem System in einem ausgiebigen, wenn auch nicht ausschlieszlichen Masze abhängig sind.

Wir werden uns vor positiven Behauptungen auf diesem nicht mehr rein physiologischen Gebiet hüten, sind aber der Ansicht, dasz ab und zu klinische Fälle vorkommen, welche für eine überwiegende Bedeutung der im H.L.B. aufsteigenden vestibulären Bahnen für die Orientierung, für das Gleichgewicht und die Lokomotion sprechen. Bei dem Fall SPILLERS [2]) hatte eine lokale Erweichung einen groszen Teil der vestibulären Kerne, beiderseits Nucleus triangularis und N. Raphes ausgeschaltet. Der Kranke war anscheinend weder zu einer ordentlichen Lokomotion noch zum Aufsitzen im Bett fähig. Er war unsicher auf den Beinen, „die sich wie Stöcke anfühlten, die nicht zum Patienten gehörten". Die Augenbewegungen waren jedoch bis auf den Blick nach oben frei. Kaltspülung war negativ. — Eine zum Vergleich geeignete Beobachtung liegt von MOELI und MARINESCO [3]) vor.

§ 10. *Die Gliederung der aufsteigenden H.L.B.-Anteile beim Menschen.*

Für die Beantwortung dieser Frage besitzen wir SPITZERs schöne, mit Osmium gefärbte Fälle aus dem Jahre 1899.[4]) Hier hatte sich ein umschriebener Tumor in der Gegend des linken DEITERS'schen Kerns entwickelt und demzufolge eine aufsteigende Degeneration im H.L.B. beider Seiten, welche die mediansten Abschnitte des Bündels aussparte. Unschwer erkennen wir in den entarteten Arealen den Tr. vestibulo-mesencephalicus cruciatus beider Seiten, denn hier hatte die Geschwulst zunächst das linke

---

[1]) KARPLUS und TRENDELENBURG: Monatschr. f. Psych., VIII, 1900, S. 210.

[2]) SPILLER: Brain 1924, S. 343.

[3]) MOELI und MARINESCO: Archiv f. Psych., XXIV, 1892, S. 656.

[4]) SPITZER: Jahrb. f. Psych., VI, 1899, S. 1.

H.L.B. unterbrochen (Tr. vestibulo-mesencephalicus nach der Kreuzung) und schlieszlich auch die linken vestibulären Kerne vernichtet, so dasz auch eine Entartung des rechten Tr. vestibulo-mesencephalicus folgte. Der Fall hat auch deshalb Anspruch auf klinisches Interesse, weil zu Beginn der Krankheit konjugierte Deviation nach links (rechter Tr. vestibulo-mesencephalicus) bestand. Weshalb in diesem Falle, in welchem doch die ganze Vestibulariskerngegend zugrunde gegangen zu sein scheint, der laterale Abschnitt des H.L.B. von Degeneration frei blieb, ist nicht ersichtlich. Tatsächlich verfügen wir, soweit mir bekannt geworden ist, über keinen Fall mit ausschlieszlicher Degeneration des *lateralen* Abschnitts des H.L.B., wie wir sie an Katzen und MAHAIM [1]) an Kaninchen nach Exstirpation der rechten N. III und IV beobachten konnten. Wer etwa noch denken sollte, dasz beim Menschen andere Verhältnisse vorlägen als beim Tier, wo die überwiegende Mehrzahl der aufsteigenden Fasern sekundäre vestibuläre Fasern sind, möge sich in KAPLANs und FINKLENBURGs bekannter Arbeit [2]) genauer informieren.

Dasz das vorliegende menschliche Material zur Analyse der einzelnen, das H.L.B. zusammensetzenden Faserbündel so dürftig ist, liegt wohl nicht allein an der Seltenheit genau lokalisierter Herde im Hirnstamm, sondern auch daran, dasz das Interesse oder vielmehr der Glaube an eine Möglichkeit weitgehender Analyse des H.L.B. bei den Fachgenossen so wenig verbreitet ist.

Dasz solche Fälle doch nicht ganz fehlen, beweist der Fall von MARIE und GUILLAIN [3]), wo ein scharf umschriebenes Tuberkulom den rechten Roten Kern sowie auch den rechten N. interstitialis vernichtet hatte und, da auch ausschlieszlich rechts die Pupille erweitert war, wohl auch den die Pupillenweite bestimmenden Abschnitt des Oculomotoriuskerns oder dessen supra-poniertes Zentrum. Der Kranke war auf der Herdseite hemiatrophisch, obwohl die Pyramidenbahnen keine sichtbaren Einbüsse erlitten hatten. Die Abbildungen der Oblongata lassen im H.L.B. einen deutlichen Faserunterschied zum Nachteil der kranken Seite erkennen, wohl infolge der Atrophie des rechten Tr. interstitio-spinalis. Während aus Abb. 1 zu schlieszen ist, dasz der laterale Abschnitt des N. interstitialis zugrunde gegangen war, zeigt Abb.. 2 folgenden Zustand des H.L.B.: Zunächst sieht man rechts (in der Abb. links), dasz der mediale Abschnitt des H.L.B. atrophisch erscheint, und zwar infolge des Ausfalls des Tr. interstitio-spinalis. Dagegen ist der laterale Teil des H.L.B. auf dieser (kranken) Seite mächtiger als auf der anderen. Dieser Befund steht ganz in Übereinstimmung mit der Annahme (S. 99), dasz die Fasern des seitlichen Abschnitts des H.L.B. in der Commissura posterior kreuzen

---

[1]) MAHAIM: Bulletin de l'Ac. r. de Belgique, T. IX, 1895, S. 640.

[2]) KAPLAN und FINKLENBURG: Monatschr. f. Psych., VIII, 1907, S. 210.

[3]) P. MARIE und G. GUILLAIN: Monogr. d. l. Salpetr., 1913, S. 80. Der Fall ist auch von Interesse, weil der Nuc. commissurae post. intakt war, deshalb auch keine Andeutung von konjugierter horizontaler Deviation oder Manegebewegung.

und mit dem gekreuzten N. interstitialis in Verbindung treten (vergl. d. Schema S. 100). Soweit den klinischen Notizen [1]) zu entnehmen ist, wich das rechte Auge wahrscheinlich nach oben ab. Auch hier besteht deshalb, soweit wir das beurteilen können, Übereinstimmung mit der dem rechten N. interstitialis zugeschriebenen Funktion, nämlich Roll- und Fallneigung nach links und damit verbundener HERTWIG-MAGENDIE'scher Schielstellung.

Beim selben Fall bestand auszerdem Entartung des rechten Tr. rubro-spinalis, während als Folge der Entartung des Haubenbündels Pseudohypertrophie der rechten unteren Olive vorhanden war.

Während man bei frischeren Herden der Hirnschenkelhaube bei der Analyse der Zwangsbewegungen und Augenzwangsstellungen in den horizontalen und frontalen Ebenen kaum auf Erfolg hoffen darf, kann man dort, wo der Kranke mehrere Jahrzehnte einen Herd dieser Gegend überlebt hat, die gegenseitige anatomische Abhängigkeit der Faserbündel und Kerne kontrollieren.

In dieser Hinsicht ist der Fall von CHIRAY, FOIX und NICOLESCO [2]) von Interesse, weil hier im 8. Lebensjahre ein Herd den lateralen Flügel des rechten H.L.B. vernichtet hatte. Die anatomische Untersuchung nach dem nach 34 Jahren erfolgten Tod zeigte, dasz hier die Atrophie beider linksseitiger Commissurkerne (Nuc. commissurae post. und Nuc. interstitialis), einem thalamischen Herd zufolge, eine Atrophie verursacht haben kann, die sich in der Faserarmut des medianen Abschnitts des linken H.L.B. kund tat. Hier erhebt sich also die Frage, ob die Andeutung einer HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung nach r. (r. Auge nach unten gerichtet) und von Manege nach l. (das r. Bein schreitet mehr aus) nicht, wenigstens teilweise, auf der thalamischen Läsion beruht.

Der französischen Literatur verdanken wir noch einen Fall von LONG [3]), bei welchem ein Herd beide vestibuläre Kerngegenden getroffen hatte und beiderseits (mit Osmiumfärbung) aufsteigende Degeneration der lateralen Abschnitte des H.L.B. verursacht hatte. Der Autor weist auf die Übereinstimmung seiner Ergebnisse mit den von HELD beschriebenen Befunden und auf das Verschwinden der Degeneration in der Gegend der Commissura posterior hin, und verneint gegenüber GEE und TOOTH eine Verbindung dieser entarteten Fasern mit den Oculomotoriuskernen. Der Befund LONGs deckt sich mit dem, was wir anderwärts über die Zusammensetzung des H.L.B. beim Menschen erfahren haben, dasz im medialen Abschnitt des H.L.B. nur absteigende Bündel verlaufen, und dasz die aufsteigenden Degenerationen sich in der Gegend der Commissura posterior verlieren, wohl deshalb, weil bei Mensch und Tier die sich in die hintere Commissur zur Kreuzung begebenden Fasern ihre Mark-

---

[1]) BOUCHARDs Path. gén., V, Abb. 34, 39.
[2]) CHIRAY, FOIX und NICOLESCO: Annales de médeçine, T. XIV, 1923, S. 183.
[3]) LONG: Arch. d. Phys., 1880, S. 731.

scheiden verlieren. Es bestand in diesem Fall Lähmung des IV. und VI. Hirnnervs.

Nach HELD [1]) setzt sich das H.L.B. oralwärts fort in feinen Fasern, die lateral in den oberen Lateralkern FLECHSIGs umbiegen, womit wohl der N. interstitialis gemeint ist. Wenn ich auch keineswegs in der Lage bin, dieser Behauptung entgegenzutreten, so sprechen doch anatomische, an Osmiumpräparaten erhobene Befunde und auch physiologische Beobachtungen für eine Kreuzung der Mehrzahl der sekundären aufsteigenden vestibulären Fasern innerhalb der Commissura posterior.

Wenn auch L. ALEXANDER [2]) die Richtigkeit meiner Ansicht anerkennt, äuszert er doch die Vermutung, dasz auch aufsteigende H.L.B.-Fasern sich in den Nucl. med. c., Nuc. proprius Tr. Meynert, Nucl. filiformis, Nuc. präependymalis und in den Nuc. Ruber verlieren, womit er der von RADEMAKER geforderten Reflexbahn eine anatomische Unterlage verschaffen will. Bis man über genauere Kentnisse verfügt, wird man jedoch vorsichtshalber diese Angaben nur als Vermutung betrachten dürfen.

Wenn WINKLER und SPILLER (denen meine einschlägigen Beobachtungen unbekannt waren) der Auffassung Ausdruck verleihen, dasz die Schleife aufsteigende sekundäre vestibuläre Elemente enthalte, so will ich darauf hinweisen, dasz diese Annahme sich auf gewisse, von KAPPERS an Fischen gemachten Beobachtungen und Überlegungen stützt, die keineswegs anerkannt worden sind. Bei der Katze habe ich jedenfalls in einem Falle von vollständiger Vernichtung der vestibulären Kerne (S. 121 und Brain 1922, S. 459) den Beweis geliefert, dasz in der Schleife keine aufsteigenden vestibulären degenerierenden Fasern enthalten sind. Die Behauptung SACHS' und ALVIS' [3]), dasz keine sekundären Fasern aus dem DEITERS'schen Kern nach oben zu verfolgen seien, ist von anderen Beobachtern nicht bestätigt worden.

Addendum.

Direkte Beweise, dasz in der Tat die Fasern des medialen und lateralen Abschnitts des H.L.B. in die Commissurae posterior eintauchen, sind deshalb schwerlich zu erbringen, weil bei allen höheren Wirbeltieren diese Fasern dazu eine doppelte Kurve machen und zwar zugleich dorsalwärts und lateralwärts. Beim Hühnerembryo von 10 Tagen traf ich in einem BIELSCHOWSKY-Präparat Prof. BOKs eine Stelle, wo man jenem Übergang bis in die hintere Commissur folgen konnte. Die betreffende Faser findet man in Abb. 42 a und b, S. 405, durch eine Capillar an einer Stelle scheinbar unterbrochen.

KAPITEL 28.

ZUR PATHOLOGIE UND ANATOMIE DES BLICKKRAMPFES UND DER BLICKPARESE BEI POSTENCEPHALITISCHEM PARKINSONISMUS.

§ 1. Der Parkinsonismus, Folgezustand einer neuen Krankheit des zentralen Nervensystems.

Da es mir in diesem Werk darauf ankommt, in groszen Linien den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse der supra-vestibulären Verbin-

---

[1]) HELD: Abhandl. d. Kön. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch. Math. Phys. Kl., 1893, Bd. 18.

[2]) L. ALEXANDER: Arch. f. Psych., Bd. 90, 1930, S. 876.

[3]) SACHS und ALVIS: Arch. of Neur., I, 1910.

dungen darzulegen, die wir auf Grund zahlreicher Arbeiten mehrerer Generationen von Physiologen und Anatomen besitzen, und diese theoretischen Kenntnisse mit klinischen Befunden bei postencephalitischem Zustande zu vergleichen, so kann es nicht meine Aufgabe sein, ein auch nur annähernd vollständiges Sammelreferat über die in der Nachkriegszeit uns bekannt gewordenen postgrippösen Augenbewegungsstörungen durchzugeben. Es handelt sich bei diesen Erkrankungen um eine besondre Form von Infektion des zentralen Nervensystems, mit einem bis jetzt unbekannten filtrierbaren ultravisibelen Agens. Die Krankheit ist auch schon früher, wie sich später herausstellte, gelegentlich in bestimmten Gegenden (in der Schweiz und Japan [1]) beobachtet worden. Nie aber war sie, wie seit einigen Jahren, epidemisch aufgetreten. Ihre Pathologie ist trotz zahlreicher Forschungen und Studien bis auf den heutigen Tag nicht restlos geklärt.

Noch im Jahre 1923 warnte BONHOEFFER gegen vorzeitige Festlegung und Lokalisationsversuche der für diese Krankheit charakteristischen Symptomatologie. Seitdem ist aber die Lokalisation der Akinesen und Hyperkinesen der Spätencephalitiker anatomisch so weit erforscht, sicher gestellt und bekannt geworden, dasz sich eine nähere Beschreibung derselben wohl erübrigt.

Es lassen sich bei Encephalitis epidemica verschiedene Typen hinsichtlich der Symptomatologie abgrenzen. Man unterscheidet den oculären, myoclonischen, labyrinthären, parkinsonartigen, meningealen, mentalen, jacksonartigen, paralytischen, thalamischen, spinalen, neuritischen Typ.

Schon früh erkannten HALL, LUZATTE und RIETTO, BARRÉ und REYS und EWALD, dasz das vestibuläre und supra-vestibuläre Bahn- und Kernsystem besonders oft und in verschiedener Stärke erkrankt war. GOLDSTEIN, TRETJAKOFF, MARIE und LEWIN, MARINESCO, ANGLADE, CLAUDE und SCHAEFFER, OMODEI, VERGA, BERIEL, bes. auch DOUGLAS MC. ALPINE fanden ungefähr gleichzeitig zellulare Veränderungen in der Substantia nigra und der zentralen grauen Substanz. Ferner fanden einige von ihnen perivasculäre Lymphocytose an den periventriculären Gefässen, auszerdem im Striatum, weniger ausgesprochen im Cortex und in der Oblongata. Während MC. ALPINE in Striatum und Corpus Luysii keine pathologischen anatomischen Veränderungen nachweisen konnte, und CLAUDE und SCHAEFFER das Pallidum weniger befallen fanden als die Substantia nigra, stellten andre Autoren die stärksten entzündlichen und parenchymatösen Veränderungen im Striatum selbst fest. GERSTMANN [2]) spricht im Hinblick auf die bekannten BOUMAN'sche Befunde direkt von Stammganglienkranken, während ganz im Gegensatz dazu E. FREY [3]) in erster Linie Olivenveränderungen feststellte. Die erste deutsche zusammenfassende Bearbeitung der Encephalitis epidemica stammt von STERN.

[1]) GERLIER: Revue de la Suisse romande, 1887, 15.

[2]) GERSTMANN: Monatschr. f. Psych., 55, S. 35.

[3]) FREY: Schweizer Arch. f. Neurol. u. Psych., Bd. 27, 1932, S. 259.

L. HOHMANN [1]) verdanken wir eine ausführliche histio-pathologische Darstellung von 12 Fällen. Leider hatte keiner dieser Fälle Blickkrämpfe oder Blicklähmung gezeigt, welche nach SENISE in 20 % aller Fälle vorkommen.

Im Hinblick auf die sehr verschiedenen Befunde und Resultate lag es auf der Hand, durch Übertragungsversuche an Tieren auf die Pathogenese dieser Krankheit näherzukommen. Hier haben SZYMANOWSKI und ZYLBERLAST—ZAND [2]), vor ihnen DOERR und SCHNABEL, WEIL und AMEDA, DELQUIST und STÖCKER, MC. GARTNEY, DA FANO und BABINSKI verdienstvolle Arbeit geleistet. Schon früher hatte COUCHOUD [3]) eine infizierte Katze in ausgesprochener Zwangsstellung nach vorn (Emprosthotenus) beobachtet.

Während im Cerebellum und in der Oblongata dieser Tiere, die regelmäszig abnorme Kopfstellung, Manegebewegung, Nystagmus und Oscillationen der Augäpfel zeigten, ebenso wie REMLINGER und BAILEYs Versuchstiere, anatomisch meistens normale Verhältnisse gefunden wurden, fand man im Nucl. lenticularis und Nucl. caudatus perivasculäre Infiltrate. Hierbei zeigte sich mit einem Male, dasz unter dem Einflusz der jüngeren Anatomo-Physiologie die Ursache der posturalen und vestibulären Erscheinungen nicht mehr in der Medulla oblongata und dem Cerebellum gesucht wurde, sondern vielmehr in der Gegend der Commissura posterior und des Striatums.

R. J. POSTON [4]) kommt, sich auf obige Untersuchungen stützend, zu dem Schlusz, dasz auch hier die besondere Empfindlichkeit der vestibulären und supra-vestibulären Bahnen deutlich in die Erscheinung tritt. Ein groszer Fortschritt in der Erkenntnis liegt darin, dasz man mit früher nie gesehener Deutlichkeit erkannte, dasz Erkrankungen des Striatums und der vom Striatum abhängigen Gebiete (Substantia nigra, Commissurkerne) myoclonische und epileptiforme Symptome (WIMMER, SPILLER, STERLING), Tremoren, Muskelrigidität hervorzubringen vermögen, ferner zugleich auch supra-vestibuläre Störungen wie Schwindel, Fallneigung nach allen Seiten; doch wurde die doppelte Bedeutung des striären Systems für Hyperkinesen (Tremor, Athetose, Chorea) einerseits, für die Blickbewegungen anderseits, erst durch die Beobachtung der bei dieser Erkrankung häufig vorkommenden Blickkrämpfe (siehe S. 235) und weniger häufig vorkommenden Blicklähmungen (siehe S. 224) festgestellt. MARINESCO, RADOVICI, DRAGANESCO [5]) bemerken sehr richtig, dasz jeder Versuch, die mannigfachen posturalen Augenmuskel- und sonstigen Störungen der

[1]) HOHMANN: Arb. Neur. Inst. Wien, Bd. 27, 1925, S. 1.

[2]) SZYMANOWSKI und ZYLBERLAST—ZAND: Brain 1923, S. 49. Diese Autoren bemerken sehr richtig, dasz man bis jetzt nicht imstande ist, dieses Symptom (Manegebewegung), frequent bei den infizierten Tieren und nie (?) bei der menschlichen Encephalitis gefunden, zu erklären. Eine Vergleichung mit SS. 123, 161, 169 dieses Werkes gibt hierüber die nötige Auskunft.

[3]) COUCHOUD: Revue de méd., 1914, 34, 24.

[4]) POSTON, R. J.: Brain 49, 1926, S. 482.

[5]) MARINESCO, RADOVICI, DRAGANESCO: Rev. Neur., 1925, I, 156.

Postencephalitiker im einzelnen anatomisch zu erfassen, infolge unserer Unkenntnis der Physiologie der Zentren in den basalen Ganglia scheitern musz. Wenn man alle möglichen Formen der Zwangsbewegungen, wie Manege, Rollbewegung, Opisthotenus, in deren zahlreichen Kombinationen betrachtet, dann musz man gestehen, dasz das Problem der Zwangsbewegungen sehr eng mit dem Problem der postencephalitischen Hirnstammstörungen verbunden ist. Da nun in letzterer Zeit, seit unsere Kenntnis der supra-vestibulären Bahnen und Zentren zunahm, neue Problemstellingen auftauchen, und anderseits durch JELGERSMA, VOGT, LEWY [1]), HUNT die anatomischen Veränderungen der eigentlichen Parkinson'schen Krankheit unsrem Verständnis näher gerückt sind, so lohnt sich m.E. der Versuch, die verschiedenen Syndrome tabellarisch zusammenzustellen; daraus können sich vielleicht Anknüpfungspunkte und dadurch neue Gesichtspunkte für eine genauere Lokalisation der postencephalitischen Erscheinungen ergeben. Wenn auch PETTE [2]) von einer Vergleichbarkeit der Paralysis agitans und des postencephalitischen Erkrankungsprozesses spricht und dafür gute Argumente anführt, so braucht man damit keineswegs für beide Erkrankungen einen gleichen Angriffsort an denselben Zentren und strio-petalen und strio-fugalen Bahnen anzunehmen.

§ 2. Vergleich der extra-pyramidalen Paralysis agitans und der extra-pyramidalen postencephalitischen Syndrome.

Bei beiden Erkrankungen lassen sich unschwer kontinuierliche und paroxysmale Symptome unterscheiden (STERTZ [3]).

Die vielfache Ähnlichkeit der Syndrome beider spricht dafür, dasz bei beiden Krankheiten striäre Bahnen unterbrochen, oder wenigstens verändert sind. Entgegen den Ansichten von SOUQUES und NETTER treten u.a. KLIPPEL, L'HERMITTE, FOIX und HILLEMAND für eine Scheidung beider Krankheiten voneinander ein; allerdings sind bei beiden Krankheiten nicht die gleichen striären Hirnteile befallen. Der verschiedene Charakter der Symptome, namentlich das stärkere Hervortreten der posturalen und oculomotorischen Symptome beim postencephalitischen Parkinsonismus spricht für ein stärkeres Befallensein des Hirnstammes, bezw. des Hypothalamus.

Extra-pyramidale substriatale Symptome bei *Paralysis agitans.*	*Extra-pyramidale substriatale Symptome* beim *postencephalitischen Parkinsonismus.*
Keine Oculomotoriuslähmung und Diplopie	Ausgesprochene Oculomotoriuslähmung mit Diplopie (BARRÉ, CORDS, STERN, FISCHER).
Allgemeine Einschränkung der Augenbewegungen.	Störungen der Konvergenz; Pupillendifferenzen (COLLIER); Nystagmus.
Kein pathologischer Schlaf.	Pathologischer Schlafzustand (PÖTZL).

[1]) LEWY: Die Lehre vom Tonus, 1923.

[2]) PETTE: Nervenheilk., Bd. 87, 1925, S. 60.

[3]) STERTZ: Der extra-pyramidale Symptomenkomplex, 1925.

Keine Blickkrämpfe.	Oculo-gyre Krisen oder Blickkrämpfe.: Laterale, mit Torticollis und Manegebewegungen (FISCHER, BABINSKI, CASSIRER, HYGIER).
	Nach unten, mit Propulsion (PAULIAN).
Pro- und Retropulsion.	Nach oben, mit Opisthotenus und Retrogression (MARINESCO, DRAGANESCO, STOIESCO, BING, SCHWARZ, WESTPHAL).
	WILSONs rudimentäre und partielle Enthirnungsstarre (MOURGUE, MARIE, LEVY, WIMMER).
Sialorrhoea.	Sialorrhoea.
Adiadokokinesies.	Adiadokokinesies.
	Spasmus der Kaumuskeln, Kauen, Gähnen, Stottern.
Tremor, Athetose, Spasmus mobilis, Torsionsspasmus, Kontrakturen.	Tremor, Parkinsonismus (MAAS, ROGER und POURTALÉS).
	Dysarthrie (ECONOMO, L'HERMITTE, CORNIL).
	Athetosis (L'HERMITTE, VOGT, MARIE, LEVY, SPILLER, PRINCE, JAKOB, FOERSTER, MENDEL).
Verstärkung der Fixationsreflexe (KLEIST).	Myoclonie. Im Anfang choreiforme Störungen.
Verlangsamung der Bewegungen.	Striatale Epilepsie? (L'HERMITTE, CORNIL, KREBS, THOMALLA, KRISCH, WIMMER, KNAPP, STERTZ).
Ungenügende Beantwortung der Innervation oder Schwierigkeit vom statischen in den dynamischen Zustand (VAN WOERKOM) überzugehen.	Tetanische Konvulsionen (VINCENT, CHAVANY, STERTZ, STERLING).
Pseudokatalepsie	Glosso-palato-laryngealer und Velum-nystagmus.
Zwangslachen und -weinen	
Assoziierte Bewegungen	Akinetische und hypertonische Syndrome (VOGT, L'HERMITTE, FOERSTER). Schreibkrampf.
Permanente Lähmung	
Akinetische und hypertonische Syndrome	Katatonie.
	Intermittente Claudication (MAGELHAES, LEMOS).
Psychische Überempfindlichkeit	Weinkrämpfe (SCHUSTER, KLEIST, BENEDEK)
	Hysterische Anfälle (VOGT, FOIX).

Aus dieser Tabelle — man vergleiche auch Abb. 47 der folgenden S. 424 — erkennt man, dasz im extrapyramidalen Paralysis-agitans-Syndrom die Symptome des Mesencephalons, Metathalamus, Corpus Luysii und der Zona incerta fehlen oder in den Hintergrund gedrängt sind. Eine weitgehende Übereinstimmung der Syndrome beider Krankheiten ist nicht zu verkennen. Es ist ja klar, dasz alle Symptome von der von VOGT, BIELSCHOWSKY, RAMSAY HUNT u.a. beschriebenen Atrophie der Faserzüge zwischen den Stammganglien und dem Mesencephalon in die Er-

scheinung treten müssen, wenn die postencephalitische basale *Mesencephalon*-Erkrankung einsetzt. Dieses Syndrom umfaszt natürlich auch die Erscheinungen, die den Organen zugeschrieben werden, die zum Mesencephalon selbst gehören. Diese fehlen oder sind nur angedeutet vorhanden, wo der Prozesz wie bei der Paralysis agitans in erster Linie die Stammganglien selbst — und zwar vor allem das Pallidum — angreift, m.a.W. die Erkrankung des Hypothalamus und der Mittelhirnbasis ist symptomenreicher als diejenige des Striatums, weil bei ersterer neben striatalen auch die der Mittelhirnbasis eigenen Symptome in die Erscheinung treten.

§ 3. Postencephalitische Blickkrämpfe.

Nachdem schon seit langem [1]) bei der Paralysis agitans labyrinthäre Störungen (Vorbeizeigen und Einschrankung der Augenbeweglichkeit) bekannt waren, berichteten BOLLACK [2]), SCHARFETTER, HOUIN [3]) und LEMOS [4]) als erste das Auftreten von Blicklähmungen bei postencephalitischem Parkinsonismus. BOLLACK, dem meine (in Brain 1914 und 1922 erschienenen) Untersuchungen unbekannt gewesen zu sein scheinen,



Abb. 47. Der (im Vergleich mit dem Blickkrampf nach oben) selten beobachtete Blickkrampf nach unten (nach STERN).

glaubte das hintere Längsbündel für dieses Symptom verantwortlich machen zu müssen.

Bald darauf erklärt THOMAS [5]) die DEJERINE'sche Idee, dasz die Blick-

---

[1]) BARRÉ und DUVERGER: Rev. Neurol. 1921, S. 1444. Nach STERN soll VORKASTNER schon 1906 solche Beobachtungen gemacht haben.

[2]) BOLLACK: Rev. Neurol., 1922, II, S. 741, 1924, I, S. 336.

[3]) HOUIN: Revue Neurol., 1923, I, S. 193.

[4]) LEMOS: Rev. Neurol., 1924, II, S. 425.

[5]) THOMAS: Paris Méd., 1925, S. 241.

bewegung von der Pyramidenbahn abhängig sei, für nunmehr unhaltbar.

THOMAS, VEDEL und PUECH [1]) sahen bei Fällen von bulbärer Erkrankung Gegenuhrnystagmus mit Fallneigung nach der kranken Seite, ein im Hinblick auf frühere anatomisch-physiologische Beobachtungen [2]) sehr interessanter Befund. Von gleichem Interesse sind Beobachtungen von C. VINCENT und WINTER [3]) und BING und SCHWARZ an Fällen von HERTWIG-MAGENDIE'scher Schielstellung. L'HERMITTE, BOLLACK und FUMET [4]), ALAJOUANINE, LA GRANGE und PERISSON [5]) fanden bei lethargischer Encephalitis häufiger das PARINAUD'sche Syndrom (vertikale Blicklähmung mit Konvergenzstörung). Bei einem ihrer Fälle traten einige Monate vor dem Einsetzen der vertikalen Blicklähmung klonische vertikale Bewegungen der Augen auf. Die anatomische Läsion dieser Fälle blieb aber nach wie vor ein Rätsel. Bald häufen sich in der Literatur die Mitteilungen über das Vorkommen von Blickkrämpfen, die viele Stunden dauernd (FISCHER [6])) und nach oben oder nach der Seite gerichtet waren, begleitet von Manegebewegungen nach derselben Seite. Am Anfang und Ende des Krampfes wurde häufig Nystagmus beobachtet. Vielfach besteht neben den Blickkrämpfen eine Kopf- (und Rumpf-) wendung im Sinne des Krampfes (Abb. 47 der STERN'schen Monographie entnommen). Dasz es sich hier handelt um eine Zwangsstellung von Kopf und Augen in unsrem Sinne (vergl. S. 279) schwebte bereits H. ZINGERLE [7]) vor, als er sagte „es handelt sich um einen kompletten Vorgang, von dem die krankhafte Blickbewegung nur einen Teil bildet".

Deutsche und französische Beobachter wiesen bald auf die Bedeutung seelischer Vorgänge für die Entwicklung dieser Störungen hin: EWALD [8]), BAKKER [9]), KIELKOW [10]), LEVY [11]), MARINESCO, RADOVICI und DRAGANESCO [12]), V. BOGAERT und DELBEKE [13])).

In der Folgezeit wird über das häufige Vorkommen des PARINAUD'schen Syndroms beim postencephalitischen Parkinsonismus von vielen Seiten berichtet. MARGULIÉS und MODEL [14]) stellten im Anschlusz an meine Erörterungen über die Bedeutung der Commissurkerne für die Augen-

---

1) VEDEL und PUECH: Rev. Neur., 1925, I, S. 65.
2) MUSKENS: Brain 1914 und 1922.
3) VINCENT und WINTER: Rev. Neur., 1923, II, S. 73.
4) L.HERMITTE, BOLLACK und FUMET: Rev. Neur., 1922, I, S. 81.
5) ALAJOUANINE, LA GRANGE und PÉRISSON: Rev. Neur., 1924, II, S. 79.
6) FISCHER: Nervenheilk., 1924, Vol. 81, S. 161, und Archiv f. Psych., Bd. 77, 1926, S. 305.
7) H. ZINGERLE: Gesamte Neur. und Ps., Bd. 99, 1925, S. 23.
8) EWALD: Monatschr. f. Psych., 1924, S. 57.
9) BAKKER: Nederl. Tijdschr. v. Geneesk., 1925, I, No. 19.
10) KIELKOW: Gesamte Neur. u. Psych., 1926, V. 102, S. 636.
11) LEVY: Thèse de Paris, 1923.
12) MARINESCO, RADOVICI und DRAGANEŠCO: Revue Neur., 1925, I, S. 156.
13) V. BOGAERT und DELBEKE: Journal de Neurol., 1926 Mai, S. 269.
14) MARGULIÉS und MODEL: Nervenheilk., 93, 1926, S. 89.

bewegungen zuerst die Frage, ob nicht die pallido-commissuralen Bahnen ebenfalls für das zustandekommen der Konvergenz eine Rolle spielen. Sie halten es auf Grund der anatomisch-physiologischen Befunde für wahrscheinlich, dasz diese Syndrome oral von der hinteren Commissur zu lokalisieren sind. Ob aber unsre auf anatomisch-physiologischem Wege am Tier und am Menschen gewonnenen Erkenntnisse über den Verlauf der die Blickbewegungen erzeugenden Hirnbahnen uns den Weg zu einer genauen Lokalisation (im Hirnstamm) der Blickkrämpfe zu weisen vermögen, ist eine Frage, die unlängst auch von AYALA und andren diskutiert [1]) worden ist. Aus meinem damals gegebenen Schema (in Abb. 48, S. 433) hier abgedruckt) sieht man, dasz die supra-vestibulären Bahnen für laterale und vertikale Zwangsbewegungen eine kurze Strecke zusammen verlaufen, wodurch wenigstens diejenigen sehr frequenten Blickkrämpfe, welche mit einem vertikalen Krampf anfangen und in einen lateralen Krampf übergehen, eine gewisse Erklärung finden können. Wenn wir annehmen, dasz in einem Falle von kombinierter Zwangsstellung der Augen (vertikal und lateral) in einem bestimmten Hirnteil etwas vor sich geht, das wir nicht kennen, so müssen wir die Ursache einer solchen stets typischen Kombination wohl dort zu suchen haben, wo beide Bahnen für eine kurze Strecke zusammen verlaufen. Die vertikale und laterale Blickbahn werden, nach den Ausführungen Kap. 16, § 6 und Kap. 20, § 12, dort gefunden wo latero-ventral von der Commissura posterior beide Bahnen nahezu parallel in der Regio incerta verlaufen, um zwischen medialer und lateraler Lamina medullaris thalami auseinanderzugehen.

Übrigens hatten POPOFF [2]) und DUPUY DUTEMPS Fälle beschrieben mit lateralen Blickkrämpfen, die durch Herde im Striatum hervorgerufen worden waren.

Wie hat man sich nun das Zustandekommen dieser kaum bei einer anderen Krankheit beobachteten Blickkrämpfe zu erklären?

Die Kenntnis der pathologischen Anatomie bringt uns hier nur wenig weiter als die allgemeine Erfahrung, dasz die Veränderungen vor allem die graue Substanz betreffen. Es ist nicht anzunehmen, dasz GROSZ' Gliaknötchen [3]) oder ALZHEIMERs Neuronophagie oder SPIELMEYERS Umklammerung von Ganglienzellen durchwachsender Glia hier eine wesentliche Rolle spielen. Für ein Syndrom wie den chronischen Blickkrampf kann wohl kaum Untergang von Ganglienzellen (TRETJAKOFFS Zellenuntergang in der Substantia nigra) verantwortlich gestellt werden, denn dieser Zellenuntergang tritt in erster Linie bei rasch tödlich verlaufenden Fällen auf. Eher erscheint PETTEs Frage [4]) berechtigt, ob man

---

[1]) AYALA: Rev. Oto-neuro-ophthalm., VIII, 1930, S. 652.

[2]) POPOFF: Gesamte Neurol. u. Ps., Vol. 97, 1925. STERN fand (Epidemische Encephalitis, 1928, S. 319) in einem Fall mit Torsionsbewegungen des Kopfes kleine Verödungsbezirke im Globus pallidus.

[3]) GROSZ: Gesamte Neur. und Psych., 63, 1921, S. 308.

[4]) PETTE: Nervenheilk., 87, 1925, S. 60.

nicht bei den encephalitischen Folgezuständen eher an die Wirkung der unzweifelhaften, auf Intoxikation beruhenden Ganglionzellenveränderungen denken musz. Schon die Tatsache, dasz man zuweilen solche Folgezustände spurlos verschwinden sieht, weist auf eine toxische Genese hin. PETTE is der Meinung, dasz, ebenso wie die verschiedensten Ursachen eine Prädisposition für die Entwicklung der Paralysis agitans zu schaffen vermögen, die Encephalitis epidemica, eine besondere Disposition für einen ähnlichen extra-pyramidalen Prozesz schafft, die weniger die Stammganglien als Hypothalamus und Basis des Mesencephalons befällt und zwar besonders die, das Striatum mit den substriären Kernen (Commissurkernen, Substantia nigra, LUYS' Körper) verbindenden, Bahnen schädigt. Mit einer solchen Annahme wäre dann zu erklären, warum bei der Paralysis agitans nie echte Blickkrämpfe beobachtet werden.

§ 4. Versuch einer Lokalisation von Zwangsbewegungen und Zwangszuständen beim Parkinsonismus.

Auszer Blickkrämpfen, und zum Teil unabhängig davon, sind vor allem in Frankreich und Rumänien, wo die Krankheit mit zuerst auftrat, auch echte Zwangsbewegungen bei den Parkinsonkranken beobachtet worden, STERLING, MARINESCO, RADOVICI, DRAGANESCO [1]), L. VAN BOGAERT [2]), GUILLAIN, ALAJOUANINE und THEVENARD haben sogen. Krisen beschrieben, in welchen plötzlich einsetzende Kontrakturen an Extremitäten und Rumpf auftraten. Wichtig erscheint mir 1. dasz diese unwillkürlichen Zwangszustände sowohl in der horizontalen und frontalen (HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung im letzten Falle) wie auch in der vertikalen Ebene (erster Fall) vorkommen, und 2. dasz die normalen vestibulären Reaktionen während der tonischen Krise nicht ausgelöst werden können (mit Ausnahme von BINGs und SCHWARZ' Fall). 3. C. PARHON und M. DEREVICI [3]) haben sogar bei einem Fall von lethargischer Encephalitis vollständige Manegebewegung beobachten können. 4. Fallneigung nach hinten und zwar öfter in Kombination mit stark nach vorn geneigter Haltung des Kopfes (u.a. GUREWITCH und TATSCHEW [4]) wurde vielfach notiert.

Es kommen also sämtliche drei Typen von Zwangsbewegung bei Postencephalitikern vor. Aus besondren Gründen gehe ich nicht auf andre vestibuläre Erscheinungen ein wie: Abweichen der ausgestreckten Arme (TILNEY-RILEYs „Syndrome of the vestibular Nuclei"), die mehrmals bei vielen Encephalitikern, die über Schwindel klagten, festgestellt werden konnten. Nur möchte ich gewissermaszen curiositatis causa daran erinnern, dasz 1922 GRAHE [5]), anscheinend ohne meine Beobachtungen über

---

[1]) MARINESCO, RADOVICI, DRAGANESCO: Rev. Neur., 1925. I, S. 156.
[2]) L. V. BOGAERT: Journ. Neurol. et Psych., 1925, S. 184.
[3]) PARHON und DEREVICI: Bulletin de la Soc. Roumaine de Neurol., 1925 août, S. 63.
[4]) GUREWITCH und TATSCHEW: Ges. Neur. u. Psych., Bd. 99, 1925, S. 486.
[5]) GRAHE: Münch. Med. Wochenschr., 1922, S. 629.

Zwangsbewegungen nach Verletzung der pallido-commissuralen Bündel zu kennen, die Vermutung aussprach, dasz etwaige Verbindungen zwischen Pallidum und vestibulären Kernen bei diesen Fällen geschädigt sein müszten.

Anderseits haben SZYMANOWSKY und FRAU ZYLBERLAST—ZAND [1]), später auch POSTON [2]) mit gewisser Regelmäszigkeit bei (encephalitis-) infizierten Kaninchen Zwangsbewegungen beschrieben und hinzugefügt, dasz man diesen beim Menschen *nicht* begegnet. Diese Autoren ziehen daraus den Schlusz, dasz das Virus beim Tier eine elektive Affinität für den *Nervus* vestibularis, beim Menschen für den Nervus oculomotorius besitze — einen Schlusz, dem sich wohl kein andrer Autor wird anschlieszen können.

Wenn uns die pathologische Anatomie in der Lokalisation der Herde, die diesen Erkrankungen zugrunde liegen, nicht weiter gebracht hat, so vermag uns vielleicht doch der jetzige Stand unsrer Kenntnisse der supra-vestibulären Bahnen einige Hinweise zu geben, in welchem bestimmten, engumgrenzten Gebiet die Herde zu suchen sind. Das in Frage kommende Gebiet musz oral von der Commissura posterior und nicht weit nach den palaeo-striatalen Kernen (Globus pallidus) zu gelegen sein. An dieser Stelle treffen sich die verschiedenen Bahnen, die für die horizontalen und vertikalen Blickkrämpfe verantwortlich gemacht werden können. Alle klinischen Beschreibungen der Blickkrämpfe stimmen darin überein, dasz die postencephalitischen Blickkrämpfe in der Mehrzahl nach oben und nach oben rechts oder links gerichtet sind und dasz bei jedem Fall stets die Blickkrämpfe in der gleichen Richtung auftreten. Besonders oft beginnt der Krampf mit seitlicher Blickrichtung und zwar nach oben, um mit vertikal gestelltem Krampf zu enden. Was gibt uns nun Veranlassung die supra-vestibuläre Natur dieser Erscheinungen mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen und diese Prozesse in den Kernen der zentralen grauen Substanz und in den die Commissurkerne mit dem Striatum verbindenden Bahnen zu lokalisieren?

1. ist das Auftreten von Blickkrämpfen ebenso wie bei den Zwangsbewegungen unsrer Versuchstiere oft von konkommittierender Zwangshaltung von Kopf und Rumpf begleitet.

2. zwingt das häufige Übergehen der Blickkrämpfe aus der lateralen in die vertikale Richtung zu der Annahme, dasz der Prozesz nur an einer bestimmten Stelle zu suchen ist und hierfür nur die Gegend der Commissura posterior in Frage kommt. Die so regelmäszig mit den Blickkrämpfen einhergehende starke Salivation (der Reizung der mesencephalen Wurzel des Trigeminus [3]) zuzuschreiben) spricht in demselben Sinne.

---

[1]) SZYMANOWSKI und ZYLBERLAST—ZAND: Brain 1923, S. 46—49.

[2]) POSTON: loc. cit.

[3]) LORENTE DE NÔs anatomische Befunde finden in WENDEROWICs und KLOSSOWSKIs rezenten peri-aquaductären pathologisch-anatomischen Ergebnissen eine merkwürdige Bestätigung.

Sicher wird derjenige, der Kap. 14 gelesen hat, den Einwand machen, dasz auch im Mittelhirn und Pons das hintere Längsbündel in nächster Nähe des neo-striato-olivären Bündels gelegen ist. Die klinische Beobachtung lehrt aber, dasz in der Nähe der Commissura posterior gelegene Herde neben Zwangsstellung und Fallneigung des *Rumpfes* um so eher vertikale *Blick*störungen auslösen, je mehr oral, d.h. oral von der Commissura posterior, der Herd lokalisiert ist. Die Erklärung für das Zustandekommen forcierter Nackenbewegungen bei Blickkrämpfen, wie sie besonders von FISCHER gegeben worden ist („Der Kranke suche auf diese Weise mittels dieser Reflexbewegung, den Schmerz der Krämpfe zu vermeiden"), musz heute als überholt angesehen werden. Auch hier wieder kann man sehen, wie die neuen klinischen Beobachtungen an Postencephalitikern unsre alten Konzeptionen zu neuem Leben erwecken, wodurch neue Fragen entstehen, anderseits auf Grund zahlreicher anatomisch-physiologischen Untersuchungen manche bis dahin ungeklärten Befunde unsrem Verständnis näher gerückt werden.

§ 5. *Ist eine genaue Lokalisation für die verschiedenen Kombinationen von Blickkrämpfen und Zwangshaltungen im Hirnstamm möglich?*

Wenn wir an Hand der jetzigen anatomo-physiologischen Ergebnisse den Versuch wagen wollen näher zu bestimmen, wo im Hirnstamm eine eng umgrenzte Reizungsarea anzugreifen hätte um die postencephalitischen Erscheinungen auszulösen, so müssen wir uns vor allem die Verhältnisse bei den höheren Säugetieren, zum Teil auch beim Menschen, vergegenwärtigen.

Aus den Schemata, Abb. 11, S. 100, schlossen wir, dasz für die Lokomotion in der horizontalen Ebene der Globus pallidus als Endstation des (3.) supra-vestibulären Neurons verantwortlich zu machen ist, und dasz dieses Zentrum doppelt gerichtete Verbindungen mit dem Nuc. commissurae posterioris besitzt.

Dieser commissurale Kern sendet einen Tr. commissuro-medullaris aus, der den Mechanismus für die seitwärts gerichtete Lokomotion (Manegebewegung) beherrscht; ferner besitzt dieser Kern (Nuc. commissurae posterioris) Verbindungsbahnen zu dem Nuc. oculomotorius und Nuc. abduzens auf beiden Seiten. Ebenso wie physiologische und klinische Beobachtungen darin völlig übereinstimmen, dasz eine komplette Lösung der Verbindungsbahnen zwischen Globus pallidus und Nuc. commissurae posterioris eine lange andauernde Manegebewegung mit konjugierter Deviation von Kopf und Augen nach der kranken Seite herbeiführt — beim Menschen steht die konjugierte Deviation im Vordergrund, die Manegebewegung im Hintergrund — ebenso ist zu erwarten, dasz eine Reizung z.B. der rechten Verbindungsbahnen einen Krampfzustand im gegensätz-

lichen Sinne hervorruft, d.h. Manege nach links und Blickkrämpfe nach links.[1])

Vorausgesetzt dasz dies richtig ist, wird auch der laterale Blickkrämpf anatomisch-physiologisch erklärt werden können. Wir wissen aber auch (Kap. 14), dasz eine *Durchschneidung* des rechten H.L.B. eine konjugierte Deviation nach links bewirkt, es also zu einem gegensätzlichen Verhalten bei *Reizung* desselben Bündels kommen kann; ebenfalls kann eine *Reizung* im Gebiet der kreuzenden Deitersfasern bis zur Commissura posterior hin die konjugierte Deviation nach der kranken Seite, d.h. einen Krampfzustand der Augen verursachen. Der laterale Blickkrampf ev. mit Manegebewegung im selben Sinne kann durch eine Reizung an einer Stelle, die zwischen Deitersscher Kreuzung und Globus pallidus gelegen ist, hervorgerufen werden. Die Rollbewegung mit HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung lehrt, dasz mutatis mutandis bei den sekundären und tertiären Verbindungen gleiche Verhältnisse bestehen. Wir wissen, dasz für diese letzteren Zwangsbewegungen der Nuc. interstitialis das sekundäre, der vordere Teil des Pallidums das tertiäre Zentrum darstellt. Auftreten von Zwangsstellungen in diesem Sinne kann uns in der Frage der näheren Lokalisation nicht weiterbringen.

Die Erfahrung lehrt jedoch, wie gesagt, dasz fast immer der laterale Blickkrampf mit einem vertikalen Krampf zusammengeht, und die Bahnverbindungen, die die vertikalen Rumpf- und Augenbewegungen beherrschen, sind, wie wir in Abschnitt IV gesehen haben, gründlich anders organisiert als die für die Bewegungen in der horizontalen und frontalen Ebene, und sind wohl imstande uns bei der Bestimmung der Angriffspunkte eines Prozesses, der die Blickkrämpfe bedingen könnte, zu unterstützen.

Erstens wissen wir, dasz eine Durchschneidung der doppelt gerichteten striato-olivären Verbindungen (d.h. der zentralen Haubenbündel) im Hirnstamm nicht, wie bei den beiden anderen Zwangsbewegungen, neben Zwangsbewegung des Rumpfes in der vertikalen Ebene auch notwendig Zwangsstellung der Augen im selben Sinne hervorruft (S. 276). Weder nach experimenteller Durchschneidung der Haubenbahnen beim Tier, noch bei lokal beschränkten Herden im zentralen Haubenbündel beim Menschen caudal von den Oculomotoriuskernen, sieht man kaum jemals Zwangsstellung der Augen nach oben oder nach unten auftreten. Dies

[1]) In der Tat haben ADAMUK (Zentralbl. f. d. mediz. Wissensch., 1870. S. 65) und PRUS an Vierfüszlern durch elektrische Reizung des Hirnstammes rechts caudal von der Commissura posterior konjugierte Deviation nach rechts, oberhalb der Commissura posterior nach links produziert. Physiologische Beobachtungen (TOKAY und SPIEGEL, OBERSTEINERs Arb., Bd. 32, 1930) liefern den Beweis, dasz die Blickbahn das H.L.B. benützt; denn nach Durchschneidung beider H.L.B. konnte man durch Groszhirnreizung zwar noch einigen labyrinthären Nystagmus, aber keine konjugierte Deviation auslösen; und klinische Beobachtungen lehren (BRZEZICKI, Ibidem, S. 160), dasz nach Vernichtung beider Pallida zwar passive laterale Kopfbewegungen möglich sind, aber keine aktiven.

ist nur der Fall, wenn entweder die zentralen grauen Kerne, das Neostriatum oder die Verbindungen der ersteren mit den III-Kernen erkrankt sind.

Wegen des Überwiegens der vertikalen Blickkrämpfe müssen wir deshalb den Angriffspunkt dahin verlegen, wo zwischen Neostriatum, zentralen grauen Kernen und Oculomotoriuskerngegend ein reizender Prozesz (ev. ein toxischer Vorgang) sowohl vertikale Zwangsstellung der Augen wie laterale Deviation bedingen kann. Bestimmend in dieser Hinsicht scheint nur der Umstand, dasz der laterale Blickkrampf so oft in den vertikalen übergeht. Ein Blick auf die Schemata (Abb. 19 a und b, SS. 227—228 und Abb. 24, S. 276) belehrt uns, dasz wohl ausschlieszlich in der Gegend der Commissura posterior ein ziemlich kleiner Reizungsherd beide Bahnen zu reizen imstande ist. Es sei nur nebenbei bemerkt, dasz die neueren Erfahrungen über das in der Nähe der Commissurae posterior liegende „Schlafzentrum" (PÖTZL, PETTE, SPIEGEL und JUABA) keineswegs zu der von mir postulierten Lokalisation im Gegensatz steht.

Ob man nun mit SPATZ u.a. eine elektive Affinität der supra-vestibulären Bahnen, der peri-aquaeductären Gebilde und der Zellen der Substantia nigra für die Infektion selbst, oder, mit PETTE und KORNYEI [1]), eine andersgeartete Elektivität annimmt, jedenfalls musz ein auf Reizung beruhender Vorgang in den Bahnen (beiden Bahnen: pallido-commissuraler und neostriato-griseo-oculomotorischer) angenommen werden, der für die krampfartige Stellung der Augen nach der Seite und nach oben verantwortlich ist. Bei diesen Verhältnissen sind zwei Umstände von Interesse. Erstens stellt sich ein eigentümliches zweifaches Angegriffensein der supra-vestibulären Bahnen in diesem Prozesze heraus: Da die Postencephalitiker meistens eine chronische Kopf- und Rumpfbewegung nach vorn und *unten* zeigen [2]), weshalb Schädigung des Suprakerns für die Bewegung nach oben anzunehmen sei, ergibt die Reizung dieser im selben Areale befindlichen Augenbewegungsbahnen Augenkrampfstellung nach *oben*. Wie STERN (S. 51) sagt: die Krankheit greift an in einer Hirnregion, in der die verschiedensten Tonusbahnen, teilweise antagonistischer Tendenz, aufeinanderstoszen, so dasz Erscheinungen entgegengesetzter Natur sich zusammen zeigen können, u.a. Kombination von Zwangsstellung nach vorn, konjugierter Deviation, Retropulsion, usw.

Zweitens wissen wir, dasz unter den klinischen Beobachtungen der Blicklähmungen, die Blicklähmung nach oben (d.h. Blickzwangsstellung nach unten, S. 274 oben) die gewöhnliche ist, und zwar gilt dies nicht nur durch grobe anatomische Prozesse verursachten Blicklähmungen, sondern

---

[1]) KORNYEI: Arch. f. Psych., 92, 1930, S. 401.

[2]) Dasz dies nicht als Lähmung, sondern als eine Zwangsstellung aufzufassen ist, folgt aus KORNYEIs Beobachtung, dasz gleich nach dem Tode die Zwangshaltung verschwunden ist und der Rumpf leicht beweglich wird. Wohl nur weil er den Zwangsstellungen keine Rechnung trug, konnte dieser Autor dazu kommen, Veränderungen im Rückenmark für die starke Kopfbeugung verantwortlich zu machen.

auch den durch Intoxikation [1]) hervorgerufenen. Nun erinnern wir uns, dasz eine Blicklähmung nach oben nichts anders ist als eine Zwangsstellung nach unten durch Ausfall der Blickbahn nach oben (vergl. S. 235, § 2 und 3). Es ist diese selbige Blickbahn nach oben, deren *Reizung bei* den Postencephalitikern den Blickkrampf nach *oben* hervorruft, m.a.W. wir stellen fest, dasz die gröszere Verletzbarkeit derselben Blickbahn nach oben, deren Folgen wir bei den Blickzwangsstellungen bemerkten, sich in dem Vorherrschen der Blickkrämpfe nach oben bei den Postencephalitikern kund tut. Nach unsren Ausführungen in Kap. 20, S. 242 u.f. wird man im Falle einer Autopsie eines Blickkrampfkranken mit besondrer Aufmerksamkeit die Kerne der zentralen grauen Substanz zu untersuchen haben. Hinsichtlich dieser Blickkrämpfe ist schlieszlich von Interesse, dasz STERN und STEINER, BENEDEK und SOKOLANSKI die Aufmerksamkeit auf die Häufigkeit des mit den Blickkrämpfen einhergehenden Zwangsdenkens gerichtet haben. BOSTROEM sprach von: Bereitschaft zum Zwangsdenken; VAN BOGAERT, DELBEKE, MARCHAND und COURTOIS haben die Ansicht ausgesprochen, dasz der Blickkrampf einfach das auffallendste Symptom der komplizierten „mit extra-pyramidalen, vegetativen und psychischen Symptomen einhergehenden Anfälle" sei. Hier taucht die Frage auf, ob man es nicht mit einer besondren Art der extra-pyramidalen epileptiformen Anfälle (STERLING, WIMMER, SPILLER) zu tun hätte (§ 7, S. 437).

Die Verwandtschaft der Blickkrämpfe mit den Blicklähmungen wird am besten durch Fälle wie den von STENGEL [2]) klar, denn in diesem Falle von postencephalitischem Blickkrampf bestand während der krampffreien Periode ein Nystagmus, der stärker wurde, wenn der Kranke nach unten blickte. Der Blickkrampf war nach oben gerichtet.

§ 6. *Kann man nach der Richtung der vorherrschenden Blickkrämpfe und Zwangsstellungen und ihrer Kombinationen ein Lokalisationsschema aufstellen?* (Freie Zusammensetzung einzelner früherer Publikationen [3]) über dieses Thema.)

Zum besseren Verständnis des Schemas Abb. 47 will ich daran erinnern, dasz. C. und O. VOGTs Untersuchungen [4]) zu der allgemein geteilten Annahme geführt haben, dasz die Vernichtung der neostriato-pallidären und pallido-substriären Bahnen dem Krankheitsprozesz der Paralysis agitans zugrunde liege. Das Corpus striatum wäre ein Komplex von Zentren, welche den primären automatischen Bewegungen übergeordnet

---

[1]) U.a. durch Veronalvergiftung W. CADWALADER, Arch. of Neur. u. Psych., 1923, S. 278 und H. KORBSCH: Arch. f. Psych., 72, 1925, S. 433.

[2]) STENGEL: Monatschr. f. Psych., Bd. 79, 1928, S. 235.

[3]) MUSKENS: Ned. Tijdschr. v. Geneesk., 1926, Revue Neurol. 1927, II. S. 153 und Jnl. Neur. a. Psychopath., 1927, S. 132.

[4]) C. und O. VOGT: Heidelberger Akad. v. Wissensch., Klasse B, 1919, 2. Abt., S. 38.

wären. Folgerichtig nehmen diese Untersuchungen eine grosze Menge von Faserbündeln zwischen Globus pallidus und Mittelhirnkernen an, eine Schluszfolgerung, zu welcher unabhängig von ihnen und auf Grund ganz

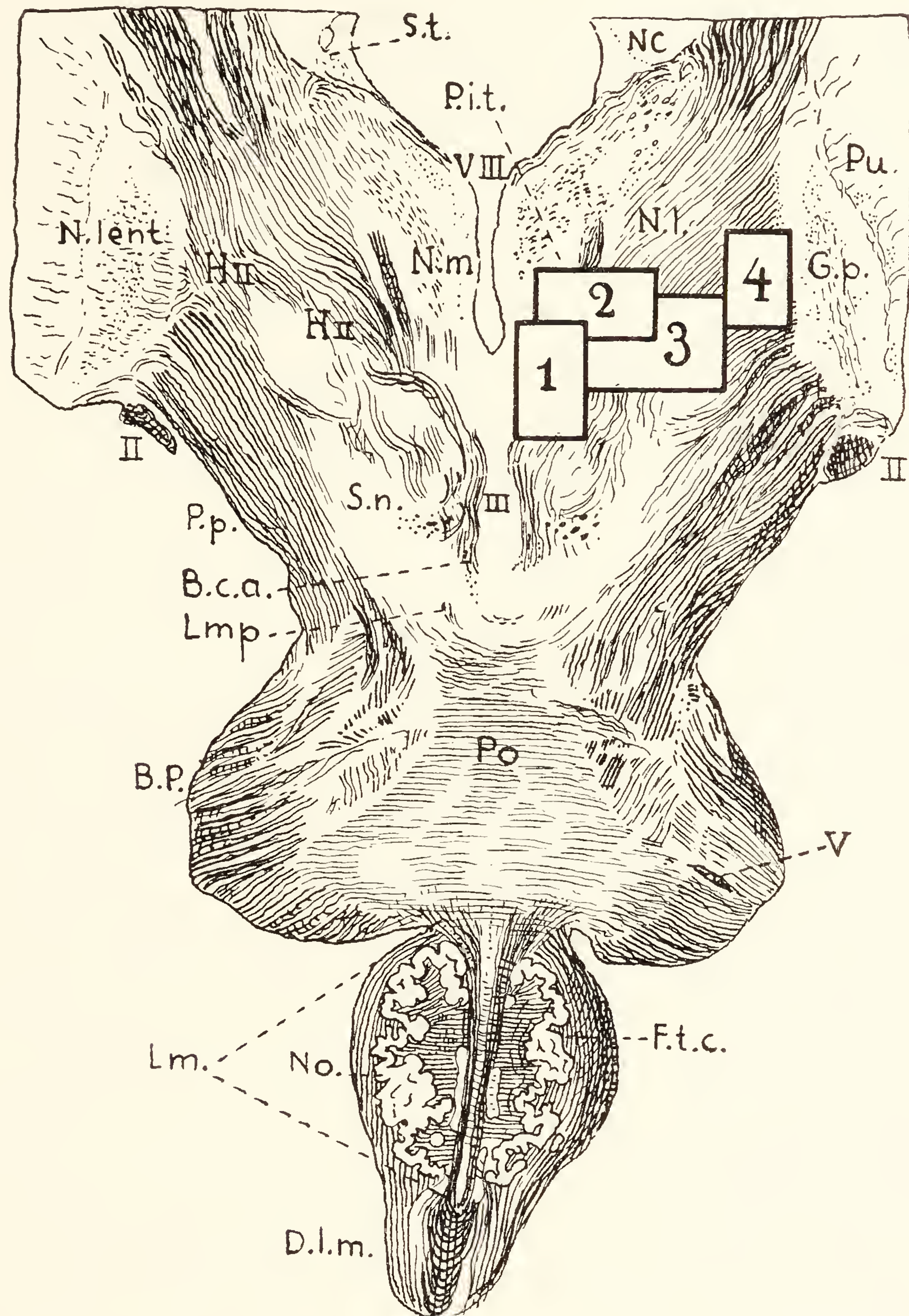


Abb. 48. Horizontal-Durchschnitt des menschlichen Gehirns, mit schematischer Angabe der Zonen, wo anzunehmen ist, dasz reizende Noxe bestimmte Blickkrämpfe auslösen können. 1. Blickkrämpfe nach oben (weil nur Reizung des medialen, grauen Kerns zustande kommen kann). 2. Blickkrämpfe nach unten (dem lateralen grauen Kern und corps médian Luys entsprechend). 3. Blickkrämpfe nach oben und nach links (Reizung des medialen grauen Kerns und von dessen Verbindungen mit dem Neostriatum, und der pallido-commissuralen Verbindungen). 4. Blickkrämpfe nach links (Beteiligung vor allem der pallido-commissuralen Verbindungen).

andren vergleichend-anatomischen Materials auch BECCARI und CASTALDI gekommen sind. Die VOGTs geben jedoch zu, dasz von allen diesen Bündeln nur ein pallido-fugales und pallido-petales in seinem Verlauf und seiner Bedeutung festgelegt werden konnte, näml. das

von mir 1914 festgestellte für die laterale Lokomotion [1]) zum Nuc. commissurae posterioris. Dazu musz jedenfalls auch das pallidale Bündel zum Nuc. interstitialis hinzugefügt werden, das nach meinen Ausführungen SS. 92, 103) der Rollbewegung vorsteht. Auch ist von mir darauf hingewiesen worden, dasz sowohl bei Säugern als bei Vögeln diese beiden pallido-commissuralen Bündel auf- und absteigende Fasern enthalten. Einerseits beanspruchen die VOGT'schen und RIESE'schen Untersuchungen Interesse, weil von klinisch-anatomischer Seite meine anatomo-physiologischen Feststellungen bestätigt wurden. Anderseits ergeben diese, die Prinzipal- und Blickbewegungen betreffenden Ergebnisse für die jetzt versuchte Lokalisation der Blickkrämpfe Anknüpfungspunkte, die uns eine — wenigstens auf sachlichen Feststellungen beruhende — bessere Grundlagen bieten als die von POPOWA [2]) u.a. aufgestellte und von bloszen Vermutungen und Analogien ausgehende Theorie. Nach KIELKOW und POPOWA musz eine striatale Lokalisation der Blickkrämpfe angenommen werden, 1. wegen des tonischen Charakters der Krämpfe; 2. weil das Striatum ein tonusregulierender Apparat ist; 3. wegen des rhythmischen Charakters; 4. des Auftretens zu bestimmten Tageszeiten; 5. der mit den Blickkrämpfen zusammengehenden Schläfrigkeit. Ohne weitere anatomische Beweisgründe nimmt POPOWA als Ursache dieser Krämpfe eine Übergreifen des Krankheitsprozesses vom Globus pallidus auf das Neostriatum an. Einen ähnlichen Prozesz (zeitweiliger Ausfall des von ihnen angenommenen hemmenden Einflusses des Neostriatums auf das Pallidum) nahmen BING und SCHWARZ, MARINESCO und PAULIAN an.

Bereits SCHARFETTER hat von extra-pyramidalen Blickkrämpfen gesprochen, während DUVERGER und BARRÉ vorsichtiger von „supra-vestibulären" Krämpfen redeten. Auf der Suche nach dem Angriffspunkt der die Blickkrämpfe hervorrufenden Prozesse kann man — unter der Voraussetzung, dasz die betreffenden supra-vestibulären Bahnen den ganzen Hirnstamm durchziehen — nicht umhin, die Art und den Charakter der Begleiterscheinungen zu berücksichtigen. Dabei werden wir kaum die vereinzelten oder seltenen Beobachtungen als maszgebend betrachten (PAULIAN will zugleich mit Kopf- und Blickkrampf nach rechts auch eine linke VII-Lähmung beobachtet haben), sondern eher die gewöhnlichen, zugleich beobachteten Erscheinungen, wie: die Abweichung des Kopfes (KRISCH) ev. des ganzen Körpers in gleicher Richtung — wie wir oben SS. 8, 111, § 2 usw. sahen — das übliche Vorkommen von kombinierten lateralen und vertikalen Blickkrämpfen, schlieszlich die regelmäszig zugleich beobachtete Schläfrigkeit und die seltenere Kombination mit Konvergenzlähmung. Letztere Symptome müssen bereits auf den Hypothalamus

[1]) Zwar erkennt die MONAKOW'sche Schule (KODAMA: Arb. aus dem Zürich'schen Lab., Heft 8, 1929), die Frage nach den pallido-commissuralen Verbindungen als wichtigste aktuelle hirnanatomische Frage an, aber zu der Erkennung der funktionellen Bedeutung dieser Bahnen ist diese Schule nicht gelangt.

POPOWA: Ges. Neur. u. Psych., Bd. 97, 1925, S. 516.

und die zentralen grauen Kerne die Aufmerksamkeit lenken. Weiter ist auch der öfter beobachtete Nystagmus lokalisatorisch verwertbar. Seit die Beobachtung der Zwangsbewegungen uns gelehrt hat, dasz in der Regel der einseitig gerichtete Nystagmus als eine leichtere Manifestation einer Zwangsstellung aufzufassen ist (S. 72), und dasz die langsame Komponente des Nystagmus die Richtung der noch nicht oder nicht mehr vorhandenen Zwangsbewegung anzeigt, wissen wir, dasz ein gleicher Prozesz in schwererer Form Blicklähmung oder Blickkrampf, in leichterer Form Nystagmus hervorruft. Für unseren Zweck wird man aus einem horizontalen Nystagmus eine Schädigung der Bahnen für den lateralen Blick diagnostisieren können. Über gleichzeitig bestehende vestibuläre Reaktionen (Ohrenspülung) gehen die Angaben noch weit auseinander. Unseren Erfahrungen mit den lateralen Blickzwangsstellungen ist zu entnehmen, dasz das Erhaltensein des Kaltspülungsnystagmus für eine Lokalisation oral von der Commissura posterior spricht.[1]).

Wollen wir die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen über die die Zwangs- und Augenbewegungen beherrschenden Hirnbahnen klinisch verwerten, dann müssen wir uns des prinzipiellen Unterschieds im Verlauf der Bahnen für die vertikalen Bewegungen, im Vergleich mit den horizontalen und frontalen, erinnern. Während das H.L.B. für die beiden letzteren, zugleich auch für die Zwangsbewegungen *und* Augenbewegungen, maszgebend gefunden wurde, stellte sich heraus, dasz für die vertikalen Körperbewegungen sowohl direkte neostriato-oliväre Verbindungen als auch griseo-oliväre Verbindungen nicht ohne Bedeutung sind. Dasselbe System, aber vor allem die Verbindungen zwischen grauen Kernen und Neostriatum einerseits, und den III-Kernen anderseits, spielt für die vertikalen Blickbewegungen die Hauptrolle.

Bei dem allseitig anerkannten Vorherrschen der vertikalen Blickkrämpfe der Postencephalitiker haben wir die Herde in der Strecke zwischen Neostriatum, zentralen grauen Kernen und Oculomotoriuskerngegend zu suchen — und wegen des zugleich vorkommenden lateralen Blickkrampfes in demjenigen Abschnitt jener Bahn, wo ein lokal beschränkter Prozesz gleichzeitig die Bahn für die horizontale Blickbewegung (weniger für die Rollbewegung, denn nur selten wird die HERTWIG-MAGENDIE'sche Schielstellung beobachtet) treffen kann (Abb. 48, Viereck 3). Infolgedessen können wir die von DOUGLAS und THOMAS vermutete Lokalisation im Cerebellum vernachlässigen und kommen zu einer Lokalisation der Blickstörungen in der Gegend der Commissura posterior. Auch die begleitende Schlafsucht (PETTE[2]), ADLER, LUKSCH, MARINESCO, SAGER, KREINDLER) läszt sich

[1]) In einem Fall konnten MARINESCO, DRAGANESCO und BRUCH (Revue oto- usw., 1932, S. 754) durch Kaltwasserspülung eine konjugierte Deviation auslösen, die zwar viel kürzer dauerte als die Stunden dauernden Blickkrämpfe. Dagegen fand FISCHER (Nervenheilk. 81, 1924, S. 164) während eines Blickkrampfes den Drehstuhlnystagmus abwesend.

[2]) PETTE: Nervenheilk., Bd. 76, 1923.

mit dieser Lokalisation im Hypothalamus sehr gut vereinen, sowie auch die verschiedenen Befunde MARINESCOS und DRAGANESCOS [1]) im Neo- und Palaeostriatum. Bei künftigen Autopsien derartiger Fälle wäre es erwünscht, dasz man mehr als es üblich ist die rechts- und linksseitigen Befunde scharf auseinanderhielte. Je nach der Kombination von Symptomen könnte man m.A.n. in dieser Gegend wenigstens vier Lokalisationen annehmen:

1. Ein mesencephalisches Syndrom, wenn neben den Augenzwangsstellungen oder Blickkrämpfen, die meistens nach oben (a), weniger nach unten (b) gerichtet sind, Augenmuskellähmung und Diplopie besteht.

2. Ein metathalamisches Syndrom, wobei eine Kombination von lateralem und vertikalem Blickkrampf gefunden wird — ohne Augenmuskellähmung.

3. Ein Syndrom des Thalamus (Pars lateralis), wobei der laterale Blickkrampf stark überwiegt, und die vertikale Abweichung nur spurweise (etwa als vertikaler Nystagmus) vorhanden ist.

4. Ein Syndrom des Globus pallidus, wobei ausschlieszlich lateraler Blickkrampf besteht. Schlieszlich liesze sich im Globus pallidus selbst noch eine vordere von einer hinteren Zone unterscheiden, wenn man sich erinnert, dasz dem Experiment und klinischen Beobachtungen zufolge eine Verletzung des *vorderen* Teiles des Globus pallidus vorherrschend Rollbewegung nach der gesunden Seite, des *lateralen* Abschnitts des Pallidums Manege nach der kranken Seite hervorruft (SS. 122, 325).

Wir können uns deshalb der letzten der drei von ROGER und REBOUL LACHAUX [2]) aufgeworfenen Theorien der Lokalisation der Blickkrämpfe anschlieszen und glauben auf Grund der jetzt vorliegenden Kenntnisse der supra-vestibulären Bahnen eine genaue Prüfung der Gegend der hinteren Commissur und des Hypothalamus in ev. vorkommenden Autopsien fordern zu müssen. Der labyrinthären Theorie (BARRÉ, HELSMOORTEL, REYS) ziehen wir diese Lokalisation vor, weil keineswegs regelmäszig Ausfall oder Änderung in den vestibulären Reaktionen gefunden wurde; der epileptischen ev. corticalen Theorie, weil zwar Schläfrigkeit, aber keineswegs vollständiger Bewusztseinsverlust oder allgemeine Krämpfe beobachtet wurden. Es musz jedoch zugegeben werden, dasz, seitdem wir die Blick- und Brüllkrämpfe der Postencephalitiker kennen gelernt haben, die Differentialdiagnose zwischen ungewöhnlichen epileptischen Entladungsformen und den postencephalitischen Zuständen unter Umständen schwer geworden ist. Das Differentialdiagnosticum (Wirksamkeit oder Unwirksamkeit) der Antiepileptica VERGERS, AUBERTINS und EUZIÈRES kann dabei sicher nützlich sein. Die Theorie BORREMANS, BERTOLANIS — Reizungszustand in den supra-nucleären Zentren — musz deshalb so verstanden werden, dasz im Gebiet der Commissura posterior ein reizendes Etwas gefunden wird, ev. ein Intoxikationsherd, der

[1]) MARINESCO und DRAGANESCO: Revue d'oto-neuro-ophth., 1932, S. 397.

[2]) ROGER und REBOUL LACHAUX: Annales de Médecine: Vol. 22, 1927, S. 19.

sowohl die Bahnen für die vertikale Bewegung als die Bahnen und Zentren für die laterale Augenbewegung reizen kann.

§ 7. *Nachtrag über subcorticale Varianten des epileptischen Anfalles und von substriären Gebilden abhängige postencephalitische Entladungen.*

In meiner Monographie über Epilepsie habe ich an mehreren Stellen betont, dasz die älteren und noch mehr die modernen Epilepsieforscher zu Unrecht sich wenig oder gar nicht um die Rolle der striären und substriären Gebilde im epileptischen Anfalle kümmern, während doch sowohl das Experiment (wahrscheinliche Bedeutung der Formatio reticularis für die myoclonischen Reflexe und Anfälle) als klinische Beobachtung des epileptischen Anfalls selbst (u.a. das nicht so selten beobachtete Phänomen der Propulsion und Manegebewegung, auch Halsreflex-STRAUSS), wie auch der automatischen postencephalitischen Erscheinungen, eine andre Sprache sprechen; und die Frage wurde aufgeworfen, ob das sogenannte Automatismenstadium des vollständigen Entladungscyclus nicht gänzlich dem Striatum zugeschrieben werden müsse. Auszer den von PROBST, BINSWANGER und mir betonten experimentellen Ergebnissen, die Hinweise dafür lieferten, dasz den Pyramidenbahnen sicher eine gewisse, aber nicht überwiegende Rolle für die Leitung der epileptischen Anfälle zugeschrieben werden müszte, haben auch ECONOMO und KARPLUS' Durchschneidung des Pes pedunculi (während der Anfälle, wodurch der Anfall keineswegs unterbrochen wurde) und DANDYs auf ZIEHENS Vorgang angestellte Versuche die Bedeutung der tegmentalen Bahnen für diese Leitung beansprucht.

Nun sind von SPILLER, STERLING, WIMMER, FISCHER und LEYSER, und STONINSKAJA [1]) epileptische Anfälle als ein Folgezustand des postencephalitischen Parkinsonismus beschrieben worden, die in der Tat kaum in andrer Weise gedeutet werden können. Namentlich das Vorkommen von zahlreichen kleinen epileptischen Entladungen, die ausblieben, wenn ein groszer Anfall aufgetreten war, liefert ein starkes Argument für die epileptische Natur desselben, und nicht nur nach *epidemischer* Encephalitis sind, wie die Fälle von VILLAVERDE und SPILLER beweisen, in der Folge solche subcorticalen Epilepsien beschrieben worden.

FILOMONOW, MARCHAND und COURTOIS haben denn auch schon bald die Blickkrämpfe als ein Übergangsphänomen zwischen epileptischen und postencephalitischen Zuständen (Hyperkinesien nach KLEIST) ansehen wollen. Da aber die Frage nach den beim gewöhnlichen epileptischen Anfall funktionierenden Gebilden noch so sehr in der Schwebe ist, scheint es mit unsren jetzigen Kenntnissen besser vereinbar von unvollständigen oder tonischen Anfällen zu sprechen.

Bei alledem bleibt eine interessante Streitfrage: ob wir der allgemeinen echten Epilepsie und der traumatischen corticalen Epilepsie eine striäre an die Seite zu stellen haben. Die Frage musz aber auf breiter Basis

[1]) STONINSKAJA: Arch. f. Psych., Bd. 94, 1931, S. 492.

genau untersucht werden. Bei allzugroszer Neigung die Existenz einer striären Epilepsie anzunehmen, wie MARCHAND und COURTOIS [1]) und TRIMAKIS [2]) in ihren Fällen zeigen, wird den zu stellenden Anforderungen wohl nicht genügt. In meiner Monographie über Epilepsie habe ich sehr stark die Häufigkeit zahlreicher Arten atypischer Anfälle des Leidens bes. auch im Anfang betont, um davor zu warnen, Anfälle ohne Bewusztseinserhaltung oder nur tonische Anfälle ohne weiteres als eine Epilepsie sui generis zu betrachten. Das Problem ist zugleich ein experimentelles und ein klinisches. Was die pathologische Physiologie des Striatums anbetrifft, so müszte man Versuche mit Bromkampher als dem bestuntersuchten epileptogenen Mittel an Katzen anstellen und zwar vor und nach sorgfältiger Ausschaltung des Cortex, wenigstens des motorischen. Hier scheinen mir die Exstirpationen, wie sie von mir ausgeübt wurden, nicht allen Anforderungen zu genügen, da sie wohl immer auch die Funktion der striatalen Gebilde beeinträchtigen. Es wären Versuche mit Rindenausschaltung durch Bepinselung des Cortex z.B. mit Jod. Tinktur anzustellen, damit das Striatum nicht in Mitleidenschaft gezogen werde.

Was die klinische fortgesetzte Beobachtung einschlägiger postencephalitischer Fälle betrifft, so erinnere man sich, dasz nach langer Dauer (Jahrzehnte) die Endzustände der sicher von einem corticalen Trauma abhängigen Epilepsie identisch sind mit denjenigen der echten Epilepsie. Sollte man eine striäre Epilepsie anerkennen können, so müszte ein Gleiches wohl im Falle der echten Epilepsie zu fordern sein. Sowohl bei genuiner (meistens in den frühen Stadien) als bei traumatischer Epilepsie (in späteren Stadien) sind myoclonische Erscheinungen, tags und nachts auftretende Einzelzuckungen, gang und gäbe. Auch darauf wäre zu achten. Da die Encephalitiker gar nicht selten myoclonische Symptome zeigen, wäre aufzupassen, ob dieselben je — wie bei myoclonischer Epilepsie — zum Entstehen echter vollständiger epileptischer Anfälle Anlasz geben können.

Drittens wäre auf das der Epilepsie so ganz besonders eigene Phänomen der Kompensation [3]) und zwar in doppeltem Sinne (1. das Zurücktreten gewisser Ladungserscheinungen, z.B. der schon längere Zeit bestehenden Kopfschmerzen, beim ersten Auftreten der Anfälle, und 2. das Wegbleiben der sonst regelmäszig auftretenden Kopfschmerzen und myoclonischen Erscheinungen kurz nach einer groszen Entladung und ihr Wiederauftreten vor der nächsten) ganz besonders achtzugeben.

Rebus sic stantibus haben wir, wie mir scheint, vorläufig 1. die Blickkrämpfe als vorübergehende Reizungserscheinungen eines Prozesses zu deuten, dessen Angriffspunkt wir in den striato-commissuralen Bahnen und Kernen zu lokalisieren haben. Sie müssen wohl unterschieden werden von *leichteren* Formen der 2. Augenzwangsstellung (Blickparese), die sich

---

[1]) MARCHAND und COURTOIS: Rev. Neur., 1929, S. 31.

[2]) TRIMAKIS: Wiener Klin. Wochenschr., 1926, S. 717.

[3]) L. J. J. MUSKENS: Epilepsie Springer, 1927, S. 41 und 182, vergl. auch S. 165 und 221.

durch ungenügende koordinierte Beweglichkeit nach einer Richtung äuszern, öfters nur angedeutet durch das Auftreten eines asymmetrischen Nystagmus (langsamer Schlag in der Richtung der Zwangsstellung).

Wir haben 3. vollständige Augenzwangsstellung, bis jetzt Blicklähmung genannt, bei welcher mehr oder weniger ausgesprochene konjugierte Deviation besteht, ein Dauerzustand einfach tonischen Charakters, der aber nicht wie die *Blickkrämpfe* die Kennzeichen eines vorübergehenden *Reizungszustandes* trägt. Leitet der Reizungszustand einen Lähmungszustand ein, dann ist selbstverständlich (bei gleicher Lokalisation) die Richtung der Zwangsstellung eine entgegengesetzte.

§ 8. *Die Zwangsbewegungen als Symptom bei andren striatalen Erkrankungen (Dystonien, Torsionsspasmus, Pseudosclerosis,* WILSONS *Krankheit, Athetosis duplex, Enthirnungsstarre).*

Es kann kaum meine Aufgabe sein, eine Skizze über den jeweiligen Stand der sich jetzt in statu nascendi befindlichen Pathologie des Striatums zu liefern. Alles ist hier noch im Flusse. Es werden noch vielfach verschiedene klinische Krankheitsbilder angenommen, wo es sich blosz um klinische Varianten eines gleichen Prozesses handelt, und umgekehrt; eine besondre Histopathologie des Striatums und seiner zu- und abführenden Bahnen ist im Wachsen begriffen. Es fehlen uns noch objektive Maszstäbe, um relativ atrophische Abschnitte von gesunden unterscheiden zu können. Schlieszlich hat, wie wir in Kap. 21, S. 299 sahen, das Studium der feineren Anatomie dieses Gebildes mit Schwierigkeiten zu rechnen, die nicht nur auf der Nähe andrer Formationen des Hirnstammes und dem Durchtritt mächtiger Faserbündel von dem Cortex nach Thalamus, Mesencephalon und weiter caudalen Kernen beruhen, sondern auch darauf zurückzuführen sind (u.a. S. 106), dasz sich der Erkennung der strio-*petalen* und strio-*fugalen* Bahnen besondere Schwierigkeiten entgegenstellen, denen man auf anderen Gebieten noch nicht begegnet ist. Ich erinnere nur an die späte Erkennung der wechselseitigen Beziehung zwischen den unteren Oliven einerseits und dem Neostriatum anderseits, welche wohl dem eigentümlichen Markverlust der Fasern in der Nähe der Endkerne zuzuschreiben ist. Auf eine Eigentümlichkeit der striatalen Erkrankungen hatten wir bereits Gelegenheit hinzuweisen, näml. dasz auf eine grobe Zerstörung des Gewebes durch einen Tumor, eine Erweichung und Verletzung des Organs ganz andre Symptomgruppen zu folgen pflegen, als wenn infolge einer Infektion oder Vergiftung Neo- und Palaeostriatum durch Bahnatrophie oder sonstige diffuse histologische Veränderungen ganz oder zum Teil ausgeschaltet sind (S. 345—352).

Während WESTPHAL und STRÜMPELL die Paralysis agitans noch als eine Erkrankung ohne anatomischen Befund beurteilten, verdanken wir zunächst holländischen und deutschen, später den französischen und amerikanischen Neurologen den Nachweis, dasz das Striatum und die

von ihm abhängigen Gebilde bei der Paralysis agitans der Atrophie verfallen sind. Von C. und O. VOGT (S. Ref. S. 120) stammt ein erster Versuch, Ordnung in die verschiedenen Arten und Weisen zu bringen, in welchen die Striatumabschnitte zugrunde gehen. Erst langsam ist man zu der Erkenntnis gekommen, dasz WILSONs Krankheit, Pseudosklerose und Torsionsspasmus mit spasmodischer Torticollis, einander zum mindesten eng verwandt sind und, wie Chorea und Athetosis, wahrscheinlich als Varianten einer gleichen Erkrankungsform zu betrachten sind. Dasz man bei Paralysis agitans (und sonstigen Striatumerkrankungen) sämtliche Symptome ohne weiteres nur als Folgen der Muskelversteifung deuten kann, wie SPILLER [1]), und JACKSON und IMMERMAN [2]) noch meinten, ist ein jetzt wohl überwundener Standpunkt. Wohl niemand wird jetzt die supravestibulären und Augenbewegungsstörungen dabei übersehen.

An dieser Stelle möchte ich blosz die Frage ventilieren, ob es, beim steten Wachsen des kasuistischen Materials, in den zahllosen Fällen von Strangerkrankung des Striatums nicht Fälle gibt, bei welchen man symptomatologische Anklänge findet an die gesicherten Ergebnisse des anatomo-physiologischen Studiums und der vergleichenden Neurologie dieser Organe?

Als solche Ergebnisse möchte ich noch nicht hinstellen die Erkenntnis der Abhängigkeit der unteren Oliven von dem Neostriatum und ihre Symptomatologie, weil in dieser Hinsicht sowohl die anatomischen als die physiologischen Angaben noch vielfach erhärtet werden müssen. Wohl aber kann man als festen Gewinn betrachten die bei allen höheren Vertebraten (Säugetieren, Vögeln) festgestellte Lokalisation eines tertiären vestibulären Zentrums im Globus pallidus, in dem Sinne, dasz eine Ausschaltung dieses palaeostriatalen Gebildes unveränderlich Manegebewegung nach der kranken Seite und Roll- und Fallneigung nach der gesunden Seite nach sich zieht.

Es erhebt sich also die Frage, ob denn die Symptomatologie einiger mit Veränderung des Pallidums einhergehenden Fasererkrankungen nicht irgendwelche Vergleiche zuläszt mit dieser festen Verknüpfung der beiden richtigen Zwangsbewegungen?

Bei dieser Fragestellung will ich zunächst noch einmal daran erinnern, dasz die posturalen Verhältnisse des Menschen durch den aufrechten Gang gründliche Abänderungen haben erfahren müssen. Während bei allen üblichen Versuchstieren die Manege- und die Rollbewegungen Lokomotionstypen in zwei senkrecht aufeinander stehenden Ebenen darstellen, treffen wir beim Menschen ganz andre Verhältnisse. Bei den Tieren ist nicht nur konjugierte Deviation von Kopf und Augen Teilerscheinung des Syndroms der Manegebewegung, sondern auch die lateral konkave Haltung des Rumpfes im Sinne der Manege, sowie auch eine damit übereinstimmende Einstellung der Extremitäten. Beim Menschen finden wir sicher die kon-

[1]) SPILLER: Jnl. Nerv. and Ment. Dis., 43, 1916.
[2]) JACKSON und IMMERMAN: Jnl. Nerv. and Ment. Dis., 49, 1919, S. 12.

jugierte Deviation von Kopf und Augen in der horizontalen Ebene; weil aber die Wirbelsäule senkrecht unter dem Kopf getragen wird, findet man bei ihm als atavistischen Rest der ursprünglichen Manegebewegungen höchstens eine entprechende lordotische Verkrümmung des Rumpfes.

Was die Rollbewegung betrifft, so wissen wir, dasz von den Fischen aufwärts bei den Tieren eine HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung der Augen mitsamt einer gleichgerichteten Rollung der Augen um ihre anteroposteriore Achse [1]) und ebenfalls eine schraubenförmige Einstellung des Halses und des Rumpfes und der Extremitäten Teilerscheinung des Syndroms der Rollbewegung ist. Beim Menschen kommt schlieszlich die HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung (S. 214) in gewissen Fällen vor; als markantes Symptom wird man aber beim Menschen gewöhnlich einfach Fallen nach der Seite, nur in seltensten Fällen eine richtige Rollbewegung finden können. Würden wir bei einseitiger striärer Erkrankung deshalb nach Überresten des uralten, fest in das Nervensystem zusammen eingeprägten Syndroms der Manege nach der einen, des Rollens nach der andren Seite suchen, dann würde man bei der Manege eine Lordose, konkav nach der Seite des *kranken* Pallidums, dagegen eine Rollstellung nach der *anderen* Seite, d.h. des Kopfes (Gesichtes) nach der Seite des *kranken* Pallidums und eine HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung im selben Sinne, ev. eine Fallneigung nach der *gesunden* Seite, finden können.

Nach diesen Vorbemerkungen möchte ich darauf hinweisen, dasz bei den Dystonien schon die ursprünglichen Beschreiber (ZIEHEN und OPPENHEIM) auf die Häufigkeit einer Lordose der Wirbelsäule hingewiesen haben, sowie darauf, dasz die Lordose nur bei einer Lokomotion zum Vorschein kommt. Auch in den späteren Fällen von FRAENKEL [2]), aber auch in den SCHILDER'schen, STÖCKER'schen [3]), FISCHER'schen [4]) Fällen war die letztere Eigentümlichkeit auffallend, während Beugung des Rumpfes nach vorn meistens mit Propulsion, Lateropulsion usw. vielfach beobachtet wurde. WECHSEL und BROCK [5]) haben sogar eine posturale Form von einer kinetischen Form der Krankheit trennen wollen.

Betrachtet man dann die einzelnen Fälle näher, so findet man in der Tat, dasz bei TUMAs Patienten [6]) das Gesicht nach rechts gedreht war, während die cervicale Skoliose konkav nach rechts war. Sieht man WARTENBERGS Patienten an, dann ist das Syndrom auch hier nicht zu verkennen. Und höchst interessant ist für uns die ausführliche Diskussion letzteren Autors über die überaus eigentümliche und so häufige „einseitige Spannung der Rückenstrecker" und Skoliose bei der spastischen Torticollis.[7])

---

[1]) Vergl. S. 120.

[2]) FRAENKEL: Am. Jnl. Nervous and Mental Disease 1913.

[3]) STÖCKER: Ges. Neur. u. Psych., 15, 1913, S. 261.

[4]) FISCHER: Ges. Neur. u. Psych., 3, 1911, S. 463.

[5]) WECHSEL und BROCK: Arch. of Neurol., 1922, II, S. 552.

[6]) TUMA: Neurol. Zentr. Blatt, 1906, S. 214.

[7]) WARTENBERG: Ges. Neur. u. Psych., Bd. 83, 1923, S. 318.

Auch FOERSTERs Fig. 58 scheint mir demonstrativ in dieser Hinsicht.

Zum Schlusz will ich noch auf den absoluten Rollstand eines von WILSON publizierten Kindes hinweisen, bei welchem WILSON die „cerebelläre" Haltung, die ja nichts anderes ist als die Rollstellung, abbildet; vergl. auch FOERSTERs Fig. 57, 60, 64, 66, 74. Es besteht denn auch gar kein Zweifel m.A.n., dasz in solchen Fällen viel zu wenig auf die begleitende Schielstellung der Augen geachtet wird; ebenso ist es wahrscheinlich, dasz man bei einseitiger Striatum- und namentlich Pallidumaffektion das Syndrom Roll- und Manegestellung viel häufiger finden wird, wenn man nur danach sucht, als man bis jetzt gedacht hat. Es lag denn auch ganz im Wesen der Dinge, dasz 1926 E. POLLAK mit Nachdruck auf meine Befunde hinwies, als er die vestibulären Elemente in den striären Symptomkomplexen erklären wollte.[1])

Falls man — wie bei Fällen von Vergiftung mit CO.[2]) — auf beiden Seiten einen Herd trifft, wird sich das Phänomen wohl nur dann zeigen, wenn der Prozesz an der einen Seite das Pallidum schwerer geschädigt hat als an der anderen Seite.

KAPITEL 29.

DAS WESEN DES VESTIBULÄREN (UND DES OPTISCHEN) NYSTAGMUS.

§ 1. Allgemeine Betrachtungen. Beziehung von Nystagmus zu den Zwangsstellungstheorien. Optischer Nystagmus.

Die Entdeckung, dasz der vestibuläre Nystagmus vom Labyrinth abhängig sein kann, musz BREUER (1874) zugeschrieben werden.[3]), nachdem WELLS und der ältere DARWIN schon lang vorher den Nystagmus überhaupt bemerkt hatten. Doch war damit nur ein Teil und zwar das periphere Organ eines ganzen Systems näher angedeutet. Erst sehr langsam wurde die Zeit reif für die Auffassung, dasz innerhalb des Hirnstammes bestimmte Neuronenketten für den Nystagmus in den drei Ebenen (mit je zwei entgegengesetzten Richtungen) bestehen, deren Reizung resp. Unterbrechung ebenfalls den sogen. vestibulären Nystagmus hervorruft. Auf die Verdienste MENIÈREs, GOLTZ' und EWALDs brauche ich hier nicht näher einzugehen. Von praktischer Bedeutung wurde der seit Anfang dieses Jahrhunderts angewandte, wohl auf direkter Labyrinthreizung beruhende Spülungsnystagmus (BARANY, NEUMANN); weniger der Drehstuhl- und der optische Nystagmus.

Es kann wohl kaum einem Zweifel unterliegen, dasz ein so allgemein,

---

[1]) E. POLLAK. K. ALEXANDER und MARBURG: Neur. des Ohres, III, 1926, S. 284.
[2]) GRINKER: Zeitschr. f. d. Ges. Neur. u. Psych., 98, 1925, S. 433.
[3]) BORRIES: Acta otolaryngologica, III, 1922, S. 355.

nicht nur unter pathologischen (wie KLOSSOWSKI und LEVIKOVA [1]), sowie auch IVY [2]) hervorheben) sondern auch unter normalen Umständen sich zeigendes Phänomen wie der asymmetrische (d.h. ungleich schnell hin und her pendelnde) oder vestibuläre Nystagmus, eng mit der normalen Funktion der Augen verbunden ist. Es hat daher auch nicht an Versuchen gefehlt, das Symptom anatomisch-physiologisch zu deuten, ein Ziel, das leider noch keineswegs erreicht worden ist. Ja, wie die genannten russischen Autoren richtig hervorheben, ist darüber äuszerst wenig Positives bekannt.

Schon 1879 finden wir von WILBRAND den vestibulären Nystagmus als Folge eines Kampfes zwischen cerebralen und cerebello-mesencephalen Einflüssen aufgefaszt. Er weist darauf hin, dasz das junge Kind erst allmählich die Innervation willkürlich zu beherrschen lernt; beim Hin- und Herbewegen eines glänzenden Objektes kann der Blick nur ab und zu das Objekt fassen. Es entsteht erst allmählich eine feste Beziehung zwischen Augenbewegungen, Gleichgewicht, verschiedenen Sinneseindrücken und sonstiger Motilität, eine Beziehung, die sich erst nach jahrelanger und nur nach früh erworbener Erblindung wieder löst.

Nachdem man beim Studium verschiedener Nervenerkrankungen das Symptom genau beobachtet hatte, wurde es allgemeine Überzeugung, dasz der Nystagmus mit der Fixation viel zu tun habe, so dasz gewisse Autoren (BARTELS [3])) von Fixationsnystagmus sprechen, und wie KESTENBAUM [4]) keineswegs eine pathologische, sondern eine normale biologische Reflexbewegung darin sehen wollen. Wenn dieselben Ophthalmologen etwa diesem Nystagmus einen corticalen Nystagmus gegenüberstellen, dessen Zuckungen ebenso wie klonische Extremitätenkrämpfe durch Cortexreizung entstehen sollen, dann wird hier der Neurologe dem Augenarzt nicht folgen können. Dafür ist die Mechanik der Augenbewegungen zu kompliziert und überhaupt auf ganz andre Weise als die sonstigen Willkürbewegungen organisiert, abgesehen davon, dasz die Existenz corticaler Augenbewegungszentren noch nicht einwandfrei bewiesen erscheint (Kap. 31, S. 477). Es ist zugegeben, dasz jede Augenbewegungsinnervation als ein reflektorisch geregelter Ausgleich zwischen „willkürlicher" Fixationstendenz einerseits und vestibulären und andren reflektorischen Einflssen anderseits eingreift [5]) (vergl. SPIEGEL, S. 484). Von klinischer Seite (COPPEZ [6])) sind nach ätiologischen Gesichtspunkten folgende Nystagmusarten unterschieden worden: 1. die dauernde Oszillation der Albinos und anderer Träger angeborener und erworbener schwerer visueller Defekte; 2. galvanische, thermische und pneumatische Nystagmi, welche

[1]) KLOSSOWSKI und LEVIKOVA: Pflüg. Archiv, 228, 1931.

[2]) IVY: Arch. of Otolaryngology, Vol. 9, 123, 1929.

[3]) BARTELS: Klin. Monatschr. f. Augenheilk., LXII, 1919, S. 789.

[4]) KESTENBAUM: Monatschr. f. Augenheilk., 57, 1925, S. 533 und Arch. f. Ophth., 114, S. 1924.

[5]) Mit Vernichtung des lateralen vestibulären Kerns geht dieser Hintergrund und die Möglichkeit horizontaler und rotatorischer Augenbewegung verloren.

[6]) COPPEZ: Bulletin de la société d'Ophthalmologie, XXX, 1910.

wohl alle auf direkter Reizung des Labyrinths beruhen; und 3. spontaner oder vestibulärer Nystagmus nach Läsion der vestibulären und supravestibulären Bahnen.[1]) Anderseits betont LAFON, dasz in jeder Augenbewegung zwei Elemente zu unterscheiden sind und zwar: 1. eine dynamische Funktion, d.h. die willkürliche Bewegung; 2. eine statische Funktion, d.h. das Fixieren beider Augen auf einen Punkt. Beim Nystagmus ist allein die zweite Funktion gestört.

Den Beobachtern ist es immer aufgefallen, dasz auf der einen Seite der Nystagmus, von welcher Art er auch sein mag, dem Willen des Individuums entzogen ist, während anderseits ein bestehender Nystagmus an sich nicht dem Zustandekommen der willkürlichen Augenbewegungen im Wege zu stehen braucht. In diesem Punkt wird —wie wir sahen — von den Autoren (DEJERINE, BIELSCHOWSKY, UHTHOFF) das Phänomen mit dem Muskeltremor verglichen.

Wenn GRADENIGO die Bemerkung macht, sowohl der vestibuläre als auch der optische Nystagmus hätte den gleichen Zweck, nämlich unter wechselnden Umständen das Fixieren zu ermöglichen, so glaube ich diesen Satz dahin erweitern zu können, dasz alle asymmetrischen Nystagmi (d.h. alle Nystagmi auszer dem Pendeln bei Personen mit geschwächtem Sehvermögen, auszer dem Bergleutenystagmus und dem durch direkte Reizung des Labyrinths und Erkrankung verursachten) die Festhaltung der Gesichtsfelder, und zwar in ihrer ursprünglichen Stellung, anstreben. Diese Erweiterug der GRADENIGO'schen Behauptung bezieht sich insbesondere auf den kompensatorischen Nystagmus, den man an Vögeln deshalb am schönsten beobachten kann, weil bei diesen Tieren der *Kopf*nystagmus die gesichtsfelderhaltende Bedeutung des *Augen*nystagmus zum Teil übernimmt und ersetzt. Gelegentlich ist bei peripherem Ohrenleiden auch beim Menschen Kopfnystagmus beobachtet worden. (URBANTSCHITCH)[2]).

Am einfachsten nimmt man eine Taube in natürlicher Haltung in beide Hände und vollführt dann in jeder der drei Ebenen eine Rotation von 180 °. Man sieht dann den Kopf der Bewegung des Rumpfes in 4 oder 6 Rucken je nach der Raschheit der Bewegung (wie es übrigens aus den Drehscheibeversuchen bekannt ist) folgen. Hier bekommt man den Eindruck, als ob der Nystagmus sein Entstehen dem Umstand verdankt, dasz zu gleicher Zeit die Augenmotilität zwei reflektorischen Einflüssen unterworfen ist, erstens der Neigung das ursprüngliche Gesichtsfeld zu behalten und zweitens der Neigung die Augenstellung derjenigen der sonstigen Körperabschnitten anzupassen (Pars pro toto). Als nützlichen Reflex erkennt auch DODGE[3]) den vestibulären Nystagmus, wenn er, bald nach Augenschlusz, den N. aufhalten sieht. GRIFFITH findet, mit nicht einwandfreier Methode, auf Angewöhnung den N. geringer werden. Die Latenz des N. auf Achsendrehung des Körpers findet man 50, diejenige des gal-

---

[1]) Wir haben S. 72 gesehen, dasz dieser Nystagmus als ein Symptom sui generis, als ein Übergangsphänomen zu, und Abklingungsphänomen von Zwangsstellung (oder Blicklähmung), resp. als unvollständige Zwangsbewegung und Blicklähmung aufzufassen ist.

[2]) URBANTSCHITCH: Monatschr. f. Ohrenheilk., Bd. 49, 1915, S. 372.

[3]) DODGE: Jnl. Exp. Psychol., VI. 1923, S. 2.

vanischen vestibulären Nystagmus 11 (DOHLMANN), 20 (KÖLLNER und HOFFMANN) und 30 Millisekunden (GERTZ). KÖLLNER und MALCAGNI[1]) finden, dasz die Augäpfel nie vollständig ruhig sind und immer unter Einflusz zahlreicher Impulse stehen; nur unter Einflusz des Einstellungsimpulses bleiben sie relativ ruhig. EAGLETON hat bemerkt, dasz die Kopfhaltung die Richtung des Kaltspülungsnystagmus beeinflüszt. Wohl zu Unrecht sprechen die amerikanischen Ohrenärzte, im Fall eines rotatorischen Nystagmus, von „Lähmung" des vertikalen Bogenganges, denn es handelt sich hier um eine von den Reflexbögen abhängige hoch organisierte Reflexwirkung (AUBRY und CAUSSEL[2])). Auch zeigten SPIEGEL[3]) und TAGA[4]), dasz die Rhythmik des Nystagmus von den Zentren, nicht vom Labyrinth, abhängig ist.

Es ist selbstverständlich, dasz die *vergleichende Tieruntersuchung* auch bei der Erklärung des Unterschieds zwischen den Augennystagmusformen in den verschiedenen Ebenen leiten musz, ebensowie bei der entsprechenden Auseinandersetzung über die Art und das Vorherrschen gewisser Zwangsbewegungen, zumal die Ansichten der Kliniker (COPPEZ, BARD, NYLEN u.a.) sich keinen bleibenden Platz erworben haben (vergl. auch LAFON[5]).

Hier haben EWALD, HOGYIES, KUBO, MAGNUS und DE KLEYN, IVY und viele andre den Beweis geliefert, dasz zu einer bestimmten Stellung im Raume eine bestimmte Augenstellung gehört, und dasz diese Stellung unter nystagmiformen Rucken behauptet wird, wodurch soviel wie möglich die Kontinuität der Fixation bewahrt bleibt.[6]) Wenn deshalb ein Wirbeltier passiv in der horizontalen Ebene gedreht wird, erscheint bei allen Klassen der Tiere (BARTELS) unmittelbar der horizontale Nystagmus, auszer bei den meisten Avertebraten und einigen Plattfischen (Roche, Torpedo), bei welchen er vermiszt wird, obwohl eine Gegenbewegung der Augäpfel vorhanden ist. Offenbar ist bei diesen Tieren — bei welchen infolge ihrer Körperform Rotation um diese Achse d.h. in der Horizontalebene wohl unter natürlichen Verhältnissen nur in geringem Grade und selten vorkommt — der Nystagmusreflex in dieser Ebene wenig entwickelt. Deshalb ist in diesem Falle der Nystagmus als ein Mittel im Sinne COPPEZ', die Augenfunktion dem Einflusz der Kopfbewegungen zu entziehen („un moyen pour soustraire les yeux aux mouvements de la tête"), überflüssig.

Wenn V. D. HOEVEN und DE KLEYN (loc. cit., S. 496) beim Kaninchen zu

---

[1]) MALCAGNI: Annales d'Ophthalmol., 1931, S. 1008.

[2]) AUBRY und CAUSSEL: Rev. Neur., 1932, II, S. 270.

[3]) SPIEGEL: Zeitschr. f. Hals- und Ohrenheilk., Bd. 25, 1930.

[4]) Zu Unrecht meint dieser Autor, dasz von mir und SPITZER behauptet worden sei, dasz die *cortico*-fugale Innervation das H.L.B. benütze. Denn mehrmals in diesem Werke habe ich darauf hingewiesen, dasz für die Existenz direkter corticaler Augenbewegungsinnervation der Beweis noch fehlt.

[5]) LAFON: Annales d'oculistique, 1920, S. 216.

[6]) Hierbei benutzt der Organismus die Fusionstendenz, die uns auch das (kontinuierliche) Sehen des Films ermöglicht. Nach SPITZER (Monatschr. f. Ohrenheilk., 1925, S. 1155) beruht die Zweiphasigkeit des N. auf der Zweiphasigkeit der normalen Sinnesreize (Wellenbewegung).

ihrem Erstaunen finden, dasz das Gesetz: „zu jeder Stellung im Raum gehört eine bestimmte Augenstellung", nicht völlig für die *horizontale* Ebene gilt, dann ist dieses Verhalten nur in Übereinstimmung mit der Tatsache, dasz der reflektorische Augenmuskeltonus (u.a. und namentlich der vestibuläre) in der horizontalen Ebene dem „Willküreinflusz" unterworfen ist, denn die Augenbewegungen in der horizontalen Ebene sind am wichtigsten für die Sicherung des Daseins für diese Tiere. Dasz bei den niedrigsten Tieren ganz andre Verhältnisse vorliegen, folgt nicht nur aus gewissen vergleichend-anatomischen Befunden (S. 20), sondern auch aus DE BURLETs Beobachtung, dasz der horizontale Bogengang keineswegs der älteste ist. Weiter zeigen Krebse und Krabben, die nur einen Otholiten besitzen, bei Reizung desselben ebenfalls Nystagmus, und bei Kopffüszlern vermiszte ich nach Wegnahme der Otolithen den kompensatorischen Reflex (loc. cit., S. 12). Die Angaben hierüber (BORRIES) bei Tauben sind verschieden.

Wenn man weiter nach gewissen Beobachtungen annehmen musz (u.a. sah (BORRIES) einen normalen kalorischen Nystagmus bei einem Kranken, der pontine Blicklähmung zeigte, wobei, wie üblich, der Kaltspülungsnystagmus gestört war; vergl. S. 201), dasz die Reizung der Bogengänge durch Kaltwasserspülung einen durch den vestibulären Kern geschlossenen Reflexnystagmus hervorrufen kann, so lehrt die Erfahrung, dasz eine partielle Schädigung eines hinteren Längsbündels einen vestibulären Nystagmus mit der langsamen Komponente nach der gesunden Seite hervorruft, und das gleiche geschieht bei einer Schädigung der Bahnverbindung zwischen den commissuralen Kernen und dem Pallidum (vergl. S. 77). Für den rotatorischen Nystagmus sind analoge Bahnen anzunehmen (S. 184), während wir für die vertikalen Blick- und Nystagmusbahnen ganz andre Wege annehmen müssen (S. 278, Kap. 20, und 462). Was bereits JONES auf Grund klinischer Beobachtungen annahm und übrigens bereits aus BAUER und LEIDLERs und eigenen Versuchen (1914) und HOGYIES' Angaben zu schlieszen war. Bei dem jetzigen Stande unsrer Kenntnis des peripheren Organs spricht man am besten vorsichtigerweise nur vom Labyrinth als peripherem Organ, und nicht lediglich von den Bogengängen (WIRUBOW[1]), BRUNNER[2])). Man könnte, und das gilt auch für den rotatorischen und vertikalen Nystagmus, von einem äuszerst peripheren Reflexbogen (geschlossen durch den Nuc. vestibularis), von einem peripheren Reflex (geschlossen durch die Commissurkerne) und von einem zentralen Reflex (geschlossen durch das Striatum) sprechen.

Dasz für das vollständige Auftreten dieser Reflexe (in der horizontalen Ebene z.B. laterale Blickwendung nach rechts und lateraler Nystagmus mit langsamem Schlag nach rechts) die Entwicklung beider Labyrinthe notwendig ist, ergibt sich aus der Beobachtung, dasz nach einseitiger

---

[1]) WYRUBOW: Neurologisches Zentralblatt, 1901, S. 434.
[2]) BRUNNER: Monatschr. f. Ohrenheilk., 1919, S. 4.

Labyrinthwegnahme die kompensatorischen Bewegungen nach der kranken Seite (nach welcher der Kopf bekanntlich gewendet ist, SS. 74, 144) verloren gegangen sind. Die zugleich bestehende Schiefstellung nach der Seite des exstirpierten Labyrinths ist ebenfalls als Wirkung der Tätigkeit des übrigbleibenden Labyrinths (d.h. des darauf wirkenden Nervenapparats) anzusehen. Mit BAUER und LEIDLER, IVY und MEYERS [1]) ist anzunehmen, dasz der primäre Reflexbogen des Nystagmus (und zwar langsame und schnelle Komponente, SPIEGEL) in einfachster Form [2]) in den vestibulären Kernen geschlossen wird, mit vielfachen Nebenverbindungen im Hirnstamm und Kleinhirn. Dafür sprechen u.a. GAMPERs Beobachtungen sowie die Versuche von HOGYIES und ROTHFELD [3]), die nach ausgedehnten Verletzungen den vestibulären Nystagmus fortbestehen sahen.[4]) Dabei fiel letzterem auf, dasz vertikaler Nystagmus auf Verletzungen des Deiterskernes nie erfolgt. Wahrscheinlich weil der rotatorische Nystagmus ihn verdeckt, maskiert, oder aber der betreffende Reflexbogen ausschlieszlich im Dachkern geschlossen wird (vergl. SS. 8, 121).

Heute gilt nicht mehr COPPEZ' Ansicht aus dem Jahre 1913, dasz Verbindungen der vestibulären Kerne mit höheren Zentren noch nicht bewiesen seien. Auf Vielheit der letzten Faserverbindungen sind wohl gewisse Eigentümlichkeiten des Nystagmusreflexes zurückzuführen und sie sind nach verschiedenen Läsionen weiter zu untersuchen, u.a. die Erscheinung, dasz nach 10 Drehungen in dem Drehstuhl der Nachnystagmus noch länger dauert als die Drehungen selbst, während man nachher zuweilen noch einen umgekehrten Nach-nachnystagmus beobachten kann.

Wenn man auch nicht umhin kann, nach anatomo-physiologischen und klinischen Erfahrungen, dem vestibulären Kern oder besser dessen Abschnitten eine gewisse sensumotorische Bedeutung zuzubilligen, darf man doch niemals die vorwiegend sensorische Bedeutung dieses Gebildes aus dem Auge verlieren. Wenn OHM [5]) aber so weit geht, ohne einen Beweis zu liefern anzunehmen, „dasz die willkürliche Erregung mit Hilfe der Pyramidenbahn auf die vestibulären Kerne weitergeleitet werde", dann wird wohl kein Anatom ihm auf diesem ketzerischen Gedankengang folgen können. Auch Physiologen haben sich die Frage gestellt, auf welche Art und Weise denn das Vestibulum die Muskulatur, etwa deren Tonus, beeinflussen könnte; so maszen KÖLLNER und H. HOFFMANN (loc. cit) die Frequenz der Stromschwankungen mit und ohne Labyrintheinflusz, ohne jedoch zu

[1]) MEYERS: Jnl. Nerv. a. Ment. Dis., V. 69, 1929, S. 590.

[2]) LORENTE DE NÔ nahm nach Durchschneidung beider H.L.B. noch eine Spur von Drehnystagmus wahr.

[3]) ROTHFELD: Pflügers Arch., Bd. 192, 1921, S. 273.

[4]) Dasz bei schweren Augenmuskellähmungen die verschiedenen Nystagmi auslösbar sind beim Menschen, zeigten BURGER, DE KLEYN und TUMBELAKA (Graefes Archiv, 95, 1918, S. 318), und dasz nur ein Muskel u.U. dazu genügt, hatten KUBO und BARTELS dargetan.

[5]) OHM: Zeitschr. f. Hals- und Ohrenheilk., Bd. 32, 1933, S. 233.

positiven Resultaten zu kommen. Vielfach haben auch die Ohrenärzte sich herumgestritten, wie sie die von ihnen „vertikal" genannte Augenabweichung — womit sie die HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung meinen —, wie sie beim Hirntumor und zuweilen bei der Erblindung eines Auges entsteht (BIELSCHOWSKY), erklären sollen. Hier liegt ein Miszverständnis vor, dadurch veranlaszt, dasz diese bei den niederen, die Wirbelsäule horizontal tragenden Wirbeltieren so wichtigen vestibulären Reaktionen beim Menschen nur gelegentlich als Atavismus in die Erscheinung treten. Wenn je, so soll man sich „in vestibularibus" vor einem weit durchgeführten Anthropomorphismus hüten.

Schlieszlich stammen aus den letzten Jahren Versuche auch den optischen Nystagmus näher kennenzulernen mit der Absicht ihn für lokaldiagnostische Zwecke bei Hirnherden zu benützen (STENVERS, CORDS, OHM, FOIX u.a.). Es kann keinem Zweifel unterliegen, dasz der Ausfall des optischen Nystagmus nicht einfach die Folge eines Sehdefektes ist, wie man anfangs meinte. Die Tatsache, dasz auch dort, wo keine Hemianopsie besteht, der optische Nystagmus geschädigt sein, oder gar fehlen kann, schlieszt eine solche simplifizierende Auffassung aus. Anderseits ist u.A.n. das Bestreben, diesem von STENVERS und CORDS als „corticalem Reflex" angesehenen optischen Nystagmus eine bestimmte intra-cerebrale Bahn anzuweisen, vorläufig mit Skepsis zu beurteilen, da in ihren Überlegungen gar nicht der jetzt bewiesenen Bedeutung des Striatums als supra-vestibulären und oculomotorischen Zentrums Rechnung getragen wird. Wenn man ihre sogenannten „beweiskräftigen" Fälle von diesem Gesichtspunkte aus kritisch nachprüft, kann man sich kaum dem Eindruck entziehen, dasz diesen Autoren vor allem die Bedeutung des Pallidums in dieser Hinsicht nicht klar vor Augen steht. Da wir wissen, dasz Pallidumausfall mit horizontaler Zwangsstellung der Augen nach der kranken Seite einhergeht (SS. 103, 224) und *partieller* Pallidumausfall mit horizontalem Nystagmus einhergehen kann, oder wenigstens die Symmetrie der beiden, rechts und links durch Kaltwasserspülung ausgelösten vestibulären Nystagmi verloren geht, kann man bei solchen ausgedehnten Herden, wie sie beschrieben worden sind, kaum annehmen, dasz der optische Nystagmus nach wie vor auf beiden Seiten in seiner normalen beiderseitigen Symmetrie gefunden werden könnte.

Unter diesen Umständen kann erst dann von einer einheitlichen Lehre des Nystagmus die Rede sein, wenn in ihr wenigstens den drei praktisch wichtigsten Nystagmusformen ein Platz eingeräumt worden ist: 1. dem vestibulären und 2. kompensatorischen (Kopf- und) Augennystagmus, 3. dem optischen Nystagmus und dem 4. Nystagmus, der unter Einflusz einer Läsion der vestibulären und supra-vestibulären Bahnen und Zentren entsteht. M.A.n. hat man es bei dem asymmetrischen Nystagmus mit einem erst bei den höchst entwickelten Tierformen zustande gekommenen Reflexsystem der vestibulären und supra-vestibulären Kerne zu tun, das unter allen von den normalen Verhältnissen abweichenden Umständen,

und zwar sowohl physiologischer [1]) als auch pathologischer Natur, sich kund tut, und das geeignet ist unter Einflusz des Fusionszwanges bei rhythmisch vorbeiziehenden Bildern die Kontinuität des gesehenen Objektes zu verbürgen. Wenn diese Auffassung richtig ist, dann ist die Existenz einer Nystagmusform innerhalb jeder der drei bekannten Lokomotions- und Augenbewegungsformen, in drei Ebenen, notwendiges Postulat. Die Erfahrung lehrt denn auch, dasz neben einem horizontalen Nystagmus auch ein vertikaler und ein frontaler (im Sinne der Rollbewegung erfolgender) Nystagmus unter Umständen gesehen wird. Die Neigung zum Nystagmus ist deshalb jeder der drei möglichen Blickrichtungen eigen, und ist wohl anatomisch gebunden an je eines der drei anatomisch unterscheidbaren supra-vestibulären Systeme. Dasz diese eigenartige Reaktionsweise dem vestibulären und supra-vestibulären System in allen seinen Gliedern innewohnt, dafür sprechen die verschiedensten physiologischen und pathologischen Beobachtungen. Wenn schon die ersten Untersucher der faradischen Reizbarkeit des Vorderhirns (FRITSCH und HITZIG) die Beobachtung machten, dasz manchmal die Augen nicht nur nach *einer* Richtung auf Reizung ihres Augenbewegungszentrums eine Bewegung zeigten, sondern *zwei* auszerordentlich schnell aufeinanderfolgende Bewegungen nach entgegengesetzten Richtungen, „so dasz der zweite Teil der ersten Bewegung von der zweiten gleichsam verschlungen wurde", so musz man wohl diese Erscheinung im Sinne meiner Annahme deuten. Ich lasse es ganz dahingestellt, ob in diesem Falle jene Pioniere den Cortex oder das Striatum reizten. Anderseits ist allbekannt, dasz nicht nur periphere Labyrinthschädigungen, sondern bereits die Anwesenheit eines Cerumenpropfes unter Umständen einen Nystagmus auszulösen vermag.

Vielleicht kann man, im Sinne LAFONs und KESTENBAUMs, in der Beobachtung des sog. „latenten Nystagmus" den Schluszstein des Wesens des vestibulären Nystagmus, vielleicht des Nystagmus überhaupt, erblicken. Dieser latente Nystagmus entsteht bei gewissen Individuen, wenn man eine Auge mit der Hand bedeckt oder (V. D. HOEVEN) einem Auge ein Prisma vorsetzt. Hieraus hätte man mit DORFF und JACOBS zu folgern, dasz Nystagmus entsteht, wenn die supra-nucleären Augenbewegungszentren, vor allem der Nuc. commissurae posterioris, nicht genügend adaequate Reize erlangen können. Dabei ist es einerlei, ob es an optischen oder an den genannten Zentren normalerweise zuflieszenden vestibulären Impulsen mangelt. Weil Spasmus nutans (horizontalis) oft zugleich mit latentem Nystagmus gesehen wird, liegt der Gedanke nahe, dasz nicht nur Nystagmus, sondern auch die drei Formen von Spasmus nutans (in drei Ebenen) auf einem angeborenen Defekt der supra-nucleären Blickzentren beruhen. Unsre Annahme, der vestibuläre Nystagmus sei eine geringradigere Manifestation einer Blickzwangsstellung, wäre dann als eine Folge ungenügender vestibulärer Impulse aufzufassen. Wenn SAUVINEAU in einem Fall von disseminierter Sklerose erst Nystagmus und später die dazu gehörende Blickzwangstellung entstehen sieht; wenn LAFON bei defekter Konvergenz (oder der Fixation, was z.T. dasselbe ist) öfters den latenten Nystagmus antrifft; wenn opto-sensorische Cortexregionen erkrankt sind,

[1]) Lehrreich ist MAXWELL und HUDDELSTONs Beobachtung von nystagmiformen Kontraktionen des Haienauges bei leichter Berührung des Bogenganges.

und deshalb ein Manko an optischen Impulsen entsteht; alle diese gesondert stehenden Beobachtungen wären mit obiger Annahme in Übereinstimmung. Dahingestellt sein musz ich die Frage lassen, ob damit sich erklärt sei die Wahrnehmung, dasz Nystagmus entsteht oder stärker wird, sobald zwei reflektorische Augenstellungen sich im Konflikt finden (z.B. bei konjugierter Deviation von Kopf und Augen nach rechts entsteht starker Nystagmus mit langsamem Schlag nach rechts, sobald der Blick nach links gerichtet wird — d.h. Konflikt zwischen der primären Augenstellung bei einer bestimmten Stellung des Kopfes — MAGNUS und DE KLEYN — und dem Phänomen: Pars pro toto). Ebensowenig ist ersichtlich, warum (V. D. HOEVEN und O. ROELOFS) beim latenten Nystagmus der langsame Schlag in der Richtung des bedeckten Augen schlägt und warum der N. bei Abduktion des fixierenden Auges zunimmt. Eine gleiche Frage erhebt sich, falls die Impulse beider Labyrinthe in ungleicher Weise erfolgen, z.B. beim Kaltspülungsnystagmus. Das Entstehen von chronischem Nystagmus bei chronischer Unterbelichtung, welcher die Bergarbeiter ausgesetzt sind und des Dämmerungsnystagmus der Hunde BLOHMKEs wäre auf Grund unserer Annahme eher zu erklären. — Für das häufige Zusammenvorkommen von Strabismus und Nystagmus könnte man, mit LAFON, das enge Zusammenliegen der Augenbewegungskerne und der supra-nucleären Gebilde verantwortlich machen, oder besser noch das Manko an sensorischen Impulsen infolge des Schielens.

Aus unserer Definition des vestibulären Nystagmus, als einer *Blickzwangsstellung in statu nascendi*, wobei die langsame Phase die Richtung der Zwangsstellung verrät (vergl. S. 182), wird BARANYs Beobachtung verständlich, dasz sowohl der vestibuläre als auch der optische horizontale Nystagmus bei konjugierter Deviation in der horizontalen Ebene ausfallen musz („nur die langsame Phase bestehen bleibt"), ebenso wie seine richtige Beobachtung, dasz bei horizontalem Nystagmus niemals seitliche Fallneigung auftritt; gehört doch die seitliche Fallneigung zum Syndrom der Rollbewegung, nicht zu dem der Manegebewegung. Dasz die Fallrichtung bei einer Vestibularisschädigung mit der Richtung der langsamen Komponente des rotatorischen Nystagmus identisch ist, ist denn auch selbstverständlich. Wenn WIRTH (loc. cit.) an Hand eines Falles von einseitiger Zerstörung des linken H.L.B. sagt: „Die langsame Komponente des Nystagmus ist stets vorhanden, die schnelle fehlt" dann meint er: es besteht konjugierte Deviation, aber von „Nystagmus" kann man m.E. in einem solchen Fall von *Zwangsstellung* kaum mehr sprechen.

Aus denselben Gründen deuten die zahlreichen Autoren, die eine herabgesetzte Reizbarkeit des Labyrinths (wohl besser beider Labyrinthe) nach einseitiger Groszhirnexstirpation feststellen zu können meinen, der ja immer (infolge der damit einhergehenden Striatumläsion) manifeste oder latente Zwangsstellung folgt, eine richtige Beobachtung falsch. Diejenigen, welche etwa noch nach den vorhergehenden Auseinandersetzungen Zweifel hegen an der Richtigkeit der hier vorgetragenen Lehre der Verwandtschaft, wenn nicht Identität, der Zwangsbewegungen mit den verschiedenen asymmetrischen Nystagmusformen, mögen auszer auf meine eigenen Versuche auf diejenigen LORENTE DE NÔs, SPIEGELS, KLOSSOWSKIs und LEVIKOVAs hingewiesen werden. Dieselben Eingriffe in das Hintere-Längsbündelsystem, welche bestimmte Zwangsbewegungen auslösen, verursachen auch den dazugehörigen Nystagmus. Dieselben

Einflüsse (z.B. Vernichtung beider H.L.B.), die beim Menschen Lokomotion unmöglich machen können, tun das Gleiche mit dem vestibulären Nystagmus. Zwar stimmt hier ein abweichender Befund aus den Versuchen von KLOSSOWSKI und LEVIKOVA mit der Beobachtung von LORENTE DE NÔ überein, dasz unter Umständen doch noch ein kleiner Rest eines Nystagmus nach solcher beiderseitigen H.L.B.-Durchschneidung gefunden werden kann. Anscheinend sind die reticulären Elemente (LORENTE DE NÔ gegen SPIEGEL und TOKAY [1]) beim Erhaltensein der primären Vestibulariskerne noch in der Lage, diesen Nystagmusrest zustande zu bringen. Man musz wohl annehmen, obwohl der strikte Beweis dafür noch nicht geliefert worden ist, dasz auch Eingriffe in die Commissurkerne und deren striäre Verbindungen, wie in anderen Kapiteln beschrieben wurde (S. 258), auf den Nystagmus gleichartige Wirkungen hervorrufen, ebenso wie wir den Einflusz dieser Gebilde auf das Auftreten der Zwangsbewegungen nachgewiesen haben. Wenn auch zur Zeit dieser Versuche, die zum Teil gut 25 Jahre zurückliegen, von mir die jetzigen Fragestellungen noch nicht formuliert worden waren, vergesse man nicht, dasz ich eben auf Grund der Beobachtungen bei diesen Versuchen dazu gekommen bin, die Identität der Bahnleitung für die Zwangsbewegungen und für die zugehörigen Nystagmusformen anzunehmen. Unabhängig von mir scheint auch IVY (loc. cit.) und zwar auf Grund eines interessanten Vergleichs der Verhältnisse beim Hai und beim Menschen, zu ähnlichen Anschauungen zu kommen; in seinen Schluszsätzen erkennt er — ebenso wie unlängst FRANCESCONI — bei vestibulärem Nystagmus als Hauptsymptom den *langsamen* Schlag als denjenigen der Deviation an, während der schnelle Schlag eine reflektorische Reaktion in entgegengesetztem Sinne, d.h. im Sinne der Ruhestellung darstelle. Dieser Autor billigt auszer dem Labyrinth auch den von SHERRINGTON, BOEKE und TOZER in den Muskeln gefundenen sensiblen Nervenendigungen eine Rolle beim Zustandekommen des vestibulären Nystagmus zu, eine Vermutung, der von DE KLEYN [2]) durch entsprechende Experimente der Boden entzogen worden ist.

Man kann jetzt wohl schlieszen, dasz, wie in den verschiedenen Abschnitten des Vestibulariskerns ein einfacher Reflexbogen zustande kommt, der die Zwangsbewegungen und -stellungen in den 3 Ebenen in ihrer einfachsten Form zustande bringt, ebenso ev. durch dieselben Elemente die verschiedenen Nystagmusarten in einfacher Form produziert werden können. In beiden Fällen wird das erfolgende motorische Endresultat mittels der sekundären Reflexverbindungen mit den Commissurkernen und noch weiter mit dem Striatum vervollständigt.

Nachdem COPPEZ in Übereinstimmung mit dem hier vertretenen Standpunkt den Zeigeversuch mit dem vestibulären Nystagmus (d.h. mit der

[1]) SPIEGEL und TOKAY: Obersteiners Arb., 32, 1930, S. 138.

[2]) DE KLEYN: Versl. Kon. Akademie Amsterdam, Wis- en Natuurk. Afd., XXIX, S. 1235.

dazu gehörigen Zwangsstellung) in Verbindung gebracht hat, macht Buys in der Diskussion die interessante Bemerkung, dasz, wenn man bei einer Hirnstammerkrankung mit undeutlichem Nystagmus und Zeigeversuch den Kranken mit geschlossenen Augen auf ein Ziel marschieren läszt, man dabei oft ein Abweichen nach der Seite der *langsamen* Komponente bemerken kann! Das ist nicht nur kein Wunder, sondern liegt in der Natur der Sache, denn die Manegebewegung und der vestibuläre horizontale Nystagmus beruhen beide auf dem gleichen Mechanismus. Man könnte so noch zahlreiche Beispiele feiner klinischer Beobachtungen geben, die sich vollständig an Hand unsrer anatomisch-physiologischen Feststellungen erklären lassen. Bei Beurteilung der Beobachtungen und Beschreibungen der Ohrenärzte hat man im Auge zu behalten, dasz mehrfach leider die Verwirrung der so wie so komplizierten Verhältnisse dadurch gesteigert wird, dasz man die von mir als *rotatorisch* beschriebene Abweichung (Hertwig-Magendie-Schielstellung, „Skewdeviation" der Engländer) als „vertikale" Augenabweichung bezeichnet.[1])

Im allgemeinen kann man sich dem Eindruck nicht entziehen, dasz die zerstreuten Angaben über Richtung der Fallneigung, des rotatorischen Nystagmus, des subjektiven Gefühls nach einer Richtung gezogen zu werden, des Vorbeizeigens, deshalb nicht ihren vollen diagnostischen Nutzen entfaltet haben, weil eben der einheitliche Gesichtspunkt — die prinzipielle Deutung der Zwangsbewegungen — dabei fehlte. Eine Beobachtung wie die von Barany (Ref. S. 452) und Brunner (Ref. S. 164) „beim Blick in der Richtung der raschen Komponente des Nystagmus verstärkt sich der Nystagmus", sagt das Gleiche wie: der langsame Ruck geht in der Richtung der Zwangsstellung; so ausgedrückt wird aber die B.'sche Beobachtung zu einer Selbstverständlichkeit. Ähnliches gilt für verschiedene richtige Beziehungen, die Beck entdeckte, als er nach Hirnschuszverletzungen, wohl mit striärer Beteiligung, die Fallrichtung durch Verletzung des Tr. fronto-pontino-cerebellaris zu erklären versuchte. Für die enge Verwandtschaft, wenn nicht Identität, der supra-vestibulären Bahnen für den Nystagmus und die Fallneigung spricht u.a. auch S. Jungers Beobachtung, dasz bei galvanischer Prüfung derselbe Strom zugleich beide Erscheinungen auslöst. Wenn, nach Kestenbaum, die Otologen drei Grade von vestibulärem Nystagmus annehmen (1. Nystagmus nur dann, wenn die Augen nach der Richtung der schnellen Komponente gewendet werden; 2. Nystagmus auch dann, wenn die Augen geradeaus sehen; 3. auch dann noch, wenn die Augen nach der Richtung der langsamen Komponente gewendet werden), umschreiben hier die Praktiker das schon längst von seiten der Physiologen (Ref. S. 8) beobachtete Verhältnis zwischen der Zwangsstellung und dem gleichzeitigen Auftreten des vestibulären Nystagmus. Dieser verschwindet ja bei Wendung oder Rotierung

[1]) Meine Ansichten nähern sich denjenigen Lorente de Nôs, wenn der Autor (loc. cit.) bemerkt, dasz nach gewissen Läsionen der vestibuläre N. in einen „pseudo-posturalen Reflex" übergeht, mit der dauernden Abweichung im Sinne der langsamen Phase.

des Kopfes nach der Richtung der Zwangsstellung, um stärker zu werden falls Kopf und Augen nach der entgegengesetzten Richtung gedreht werden. Dieses Verhalten wird sowohl im Falle einer Zwangsstellung in der horizontalen und frontalen Ebene als in der vertikalen Ebene beobachtet, sowohl in der Klinik als im physiologischen Experiment. Wenn DUSSER DE BARENNE [1]) und DE KLEYN bei ihrem Kaninchen nach rechtsseitiger Groszhirnabtragung „Bereitschaft zum schnellen Nystagmus nach links" beobachten, dann ist das in gewissem Sinne eine Tautologie mit der Bemerkung: das Tier macht Manegebewegung nach rechts.

§ 2. *Der vestibuläre Nystagmus beim Menschen.*

Wie aus den Publikationen der Ohrenärzte zu entnehmen ist, hat die Klinik der Ohrenaffektionen den vestibulären Nystagmus hauptsächlich zur Beantwortung der Frage: Ohren- oder Nervenleiden? nutzbar zu machen gesucht. Soweit mir bekannt ist, kam die Untersuchung des vestibulären Nystagmus für die nähere Lokalisierung im Labyrinth selbst noch nicht in Anwendung.

BARTELS (Ref. S. 453) fand, dasz die einseitige Labyrinthzerstörung beim Menschen Nystagmus, langsam nach der kranken Seite, auslöst, was einerseits in Übereinstimmung ist mit der Erfahrung, dasz die Versuchstiere nach Acusticusdurchschneidung nach der kranken Seite gehen und fallen, anderseits mit der klinischen Beobachtung (BARANY), dasz nach einseitiger Labyrinthzerstörung eine latente Abweichung der Augen nach der Seite der Läsion auftreten kann. Ich selbst beobachtete einen Kranken, dem durch eine stumpfe Gewalt (Automobilunfall) der l. N. acustico-vestibularis durchtrennt war (der Bruch des Os petrosum an der Überschlagstelle war mit Röntgenstrahlen sichtbar), ein paar Monate, nach dem Unfall; alle Vestibularreaktionen (Kaltspülung, Drehstuhl) fehlten auf der kranken Seite, keine Manegebewegung oder Fallneigung bei geschlossenen Augen, doch Fallneigung nach links bei Anstoszen nach links, nicht nach rechts, Vorbeizeigen nicht eindeutig. Der Mann konnte nicht arbeiten auf Grund subjektiver Beschwerden. Was die Augenbewegungen betrifft, so fand man ausschlieszlich in den lateralen Endstellungen der Augen einen feinen rotatorischen Nystagmus mit langsamem Ruck nach der kranken Seite. — RUSSELL BRAIN [2]) kam auf Grund des klinischen Materials des „National Hospital for Paralytics" zum Resultat, dasz man nach einseitiger Labyrinth-, Vestibularisnerv- und Vestibulariskern-Ausschaltung Manegebewegung und Rollbewegung (d.h. Fallen) nach der kranken Seite beobachtet. Interessant und in vollständiger Übereinstimmung mit meinen Tierversuchen ist die Bemerkung R. BRAINs, dasz diese Zwangsbewegungen nicht vorkommen, wenn ein Herd ausschlieszlich auf das Cerebellum beschränkt ist; man vergleiche mit dem Gesagten (SS. 187, 217).

Für die Lösung des weiteren Problems, inwieweit die Besonderheiten sowohl des spontanen als auch des durch Ohrenspülung ausgelösten Nystagmus für die genauere Diagnostik im Hirnstamm zu gebrauchen sind, wird erst in der allerletzten Zeit klinisches Material beigebracht, woraus wir, ohne irgend einen Anspruch auf Vollständigkeit, einige Ergebnisse anführen wollen. Theoretisch von Interesse scheint mir VON STEINs Beobachtung [3]), dasz eine Berührung des linken horizontalen Kanals mit der Pinzette

---

[1]) DUSSER DE BARENNE: Monatschr. f. Ohrenheilk., 57, 1923, S. 547.

[2]) RUSSELL BRAIN: Brain, 1926, S. 75.

[3]) V. STEIN: Arch. Intern. der Laryngologie. Bd. 22, 1907, S. 836, Bd. 24, S. 169—494.

Nystagmus beider Augen nach links zur Folge hat; dies bedeutet in Hinsicht auf die von den Ohrenärzten (WITMAACK ausgenommen) gepflogene Gewohnheit, den Nystagmus nach der schnellen Komponente [1]) zu benennen: Nystagmus (mit der langsamen Komponente) nach rechts. Dabei allgemeines Schwächegefühl und die Empfindung des Kranken, als ob die Gegenstände nach links verschoben würden. Weil es sich in diesem Falle um eine (mechanische) Reizung handelt, läszt sich aus dieser Beobachtung entnehmen, dasz ein Ausfall der Funktion des linken horizontalen Bogenganges mit Manegebewegung resp. konjugierter Deviation in der horizontalen Ebene, und zwar nach der kranken Seite, einhergeht, mit welchem Befunde unsre bei den Tieren erworbenen Ansichten übereinstimmen.

Das Tierexperiment hat uns weiter belehrt, dasz die Zwangsstellungen in den drei Ebenen mit Stellungsänderungen der *Extremitäten* einhergehen, im Sinne des Phänomens „Pars pro toto" (SS. 49, 111). Wir teilen deshalb nicht v. STEINs Vermutung, dasz jedes Labyrinth die Beugung der gleichseitigen oberen Extremitäten kontrolliere. Gewisz ist ADLER [2]) zuzustimmen, wenn er die auch nach Genesung einer Läsion der Bogengänge zurückbleibenden Zwangsbewegungen, die BREUER nicht erklären konnte, auf die normale Aktion der gesunden Bogengänge zurückführt, der von dem kranken Labyrinth nicht genügend entgegengewirkt wird.

Einwandsfreie Reizungsversuche an andren als den horizontalen Bogengängen des Menschen scheinen noch nicht angestellt worden zu sein.

Vergebens wird man wohl nach klinischen Fällen Ausschau halten, die uns instand setzen könnten, die BIEHL'schen Angaben über direkte faradische Reizung des N. vestibularis (SS. 194, 215) nachzuprüfen oder beim Menschen eine genauere *Lokalisation innerhalb der vestibulären Kerngegend* vorzunehmen. Wie man sich erinnert, hat KOHNSTAMM gemeint, dasz der Nuc. angularis (BECHTEREWs Kern) mit den III-Kernen in Faserverbindung stehe und deshalb besonders leicht Nystagmus hervorrufe. Dagegen sahen BAUER und LEIDLER, mehr in Übereinstimmung mit meinen Befunden an Katzen, dasz Läsion des ventrocaudalen Teils des Deiterskerns mit horizontalem Nystagmus einherging. Nach KAPLANS Angaben sind beim Menschen und Affen die dorsalen Abschnitte der Vestibulariskerngebiete stärker entwickelt, womit auch FUSEs und HERRICKs Angaben [3]) übereinstimmen, was beim Menschen für KOHNSTAMM und gegen BAUER, LEIDLER und meine Annahmen sprechen würde.

Die im Vergleich mit den Nagetieren (bei welchen ja die horizontale Blickbewegung viel weniger Bedeutung hat) stärkere Differenzierung des BECHTEREW'schen Kerns bei den Carnivoren liesze sich auch für die Be-

[1]) In der Diskussion SPIEGELs und ADLERs (Am. Jnl. Physiol., 109, 1934, S. 693) wirkt diese irrtümliche Benennung geradezu verwirrend.

[2]) ADLER: Monatschr. d. Psych. u. Neur., Bd. 8, 1900, S. 457.

[3]) HERRICK: Introduction of Neurology, 1922.

deutung von BECHTEREWs Kern für die horizontale Blickbewegung anführen. HERRICK erkennt beim Menschen als vestibuläre Kerne an: Nuc. Bechterew oder superior (RASMUSSEN[1]), Nuc. Deiters oder lateralis, Nuc. medialis (SCHWALBE) oder triangularis und Ram. descendens nuc. vestibularis. Wenn sich die Angabe von GRAY (loc. cit.) und RASMUSSEN bestätigen würde, dasz der BECHTEREW'sche Kern ausschlieszlich *auf*-steigende Fasern (im H.L.B.) aussende, so würde dieser Befund keineswegs die Auffassung erschüttern, dasz dieser Kern ntl. für die horizontale Blickrichtung von Wichtigkeit sei. Hat doch die Analyse der aufsteigenden Faserbündel des H.L.B. dargetan, dasz auf jeder Seite der Mittellinie zwei vestibuläre Kernabschnitte bestehen müssen, welche die konjugierte Deviation und die Zwangsbewegung in der horizontalen Ebene beherrschen und zwar nach rechts und nach links. Damit würde die Annahme übereinstimmen, dasz sowohl dem Nuc. Bechterew als dem Nuc. triangularis die Kontrolle der horizontalen Lokomotion, und zwar nach entgegengesetzter Seite, zufiele. Fälle, wie die von BREUER und MARBURG, von THOMAS, und VEDEL und PUECH (loc. cit.), mit umschriebenen (lokalen) Herden innerhalb der vestibulären Kernkomplexe wären denn auch dahin zu interpretieren, dasz z.B. im rechten vestibulären Kern sowohl ein Kernabschnitt für die Lokomotion und Augenbewegung *nach rechts* als *nach links* vorhanden ist.

Genauere klinische Beobachtung verbunden mit ebenso genauer anatomischer Analyse, wie z.B. WALLENBERGS[2]) und THOMAS' (Ref. S. 424) Fälle, können uns aus der Schwierigkeit heraushelfen. Wie wichtig es ist, die klinische Beobachtung ohne irgend eine vorgefaszte Meinung vorzunehmen, zeigt sich aus der THOMAS'schen Mitteilung, in welcher — wie es öfters geschieht, auch unlängst von DE MONIER[3]) — kein scharfer Unterschied zwischen Fallneigung und Lateropulsion gemacht wurde. Wenn auch beide Zwangsbewegungen miteinander eng verwandt sind, so sind sie doch keineswegs identisch (vergl. auch BONNIER und WIRTHs Fälle.[4])

Zweifellos ist auch beim Menschen neben der Existenz eines horizontalen Nystagmus das Vorkommen eines ebenbürtigen rotatorischen und vertikalen Nystagmus zu erwarten; die letztere spielen aber eine viel geringere Rolle in der Augenklinik, eben weil die Augenbewegungen in der horizontalen Ebene weit an Bedeutung und Häufigkeit diejenigen in den beiden anderen Ebenen übertreffen.[5]) Die Vorherrschaft der horizontalen Blickbewegung bei dem mit ausgedehntem doppelseitigem Gesichtsfeld versehenen Menschen — die sich ja auch durch

[1]) RASMUSSEN: Proc. Soc. of exp. Biol. and Med., 1930, XXVII, S. 771.

[2]) WALLENBERG: Nervenheilk., Bd. 27, 1904, S. 1.

[3]) DE MONIER: Revue d'oto-neuro-ophth., X, 1932, S. 232.

[4]) WIRTH: Zeitschr. f. Augenheilk., 1912, S. 26.

[5]) U.a. hat RÄHLMANN einen Fall von rotatorischem Nystagmus beschrieben, bei welchem sämtliche Tenotomien keinen Erfolg erzielten. In der Literatur gibt es einen Fall (GADAUD, Thèse de Paris, 1869) mit Trauma (Schnitt in das Corpus restiforme) mit starkem, dauerndem (rotatorischem?) Nystagmus.

die relative Häufigkeit der horizontalen Blickzwangsstellungen kund tut — wird auch von dem beim Menschen äuszerst starken Fusionszwang begünstigt.[1]) Man musz annehmen, dasz dieser überaus starke Zwang, die beiden Gesichtsfelder zusammenfallen zu lassen, in erster Linie dazu beiträgt, natürliche und reflektorische Augenabweichungen beim Menschen zu überwinden. Auf diese Weise ist auch das Vorkommen von latentem Nystagmus (der manifest wird beim Bedecken eines Auges) zu interpretieren, denn durch die Aufhebung der Funktion der Macula des bedeckten Auges fällt der Fusionszwang fort. Dieser latente Nystagmus wird gelegentlich nach schweren Kinderkrämpfen oder Schädeltraumata beobachtet.

Wenn wir auch keineswegs die feinere Mechanik des Nystagmus verstehen, so kann doch aus der Vielheit der Faserverbindungen zwischen den vestibulären Kernen und dem Kleinhirn auf eine gewisse Rolle, die das Cerebellum dabei zu spielen hat, geschlossen werden. Doch habe ich bei nicht mit Hirndruckzunahme einhergehenden Kleinhirnherden nie mehr als eine gewisse Blickunsicherheit beobachtet. An anderer Stelle dieses Werkes (S. 124) habe ich zur Genüge die mutmaszliche Rolle des Dachkerns hervorgehoben, so dasz ich nicht noch näher auszuführen brauche, dasz beim vertikalen Nystagmus — ebenso wie bei den vertikalen Zwangsbewegungen — an den Dachkern in Mitleidenschaft ziehende Herde gedacht werden musz, ebenso wie bei Unterbrechung der fastigiothalamischen (beim Menschen noch nicht, wohl bei den Vögeln — S. 60 — genügend anatomisch klargelegten) Verbindungen vertikale Zwangsbewegung und Nystagmus beobachtet wird.

Was die besondere Häufigkeit des supra-vestibulären Nystagmus in Fällen von Ponserkrankung betrifft, so verfügen wir über die jetzt etwas veralteten Angaben HIRSCH'[2]), der fand, dasz in $^1/_3$ der Fälle, Augenzwangsstellungen und Nystagmus vorkommen, was ja auch einleuchtend ist, weil so oft dabei das H.L.B. mitbetroffen ist.

Für die Annahme eines rubralen Systems für das Gleichgewicht und die Augenbewegungen nach SARBO liegt sicherlich weder experimentelles noch genügendes klinisches Material vor; sein Versuch, die Beobachtungen durch Hinweis auf die angeblichen rubro-striären Verbindungen zu erklären, erscheint uns eine sicher interessante Bemühung. Für die Interpretation der Beobachtungen von FROMENT, PANFIQUE und THIERS[3]) — mit Veränderung der Blickrichtung ändern sich Tonusverhältnisse der Extremitäten — sind andere Abschnitte dieses Werkes heranzuziehen (S. 183).

Man kann kaum erwarten, dasz wir uns auf eine uferlose Kasuistik über lokale Herde einlassen, welche die verschiedenen Abschnitte der in anderen Kapiteln dargelegten sekundären und tertiären supra-vestibulären

---

[1]) WEHRLI: Klinische Monatschr., Bd. 56, 1916, S. 44.

[2]) HIRSCH: Zeitschr. f. Augenheilk., XV, 1903, S. 208.

[3]) FROMENT, PANFIQUE und THIERS: Rev. Neurol., 1928, II, S. 912.

Bahnverbindungen treffen. Wir brauchen nur an unsere aus anatomisch-physiologischer Beobachtung gewonnene Überzeugung zu erinnern, dasz da, wo eine Augenzwangsstellung unter Einflusz eines Herdes im Entstehen oder aber im Abklingen begriffen ist, der asymmetrische oder vestibuläre Nystagmus in die Erscheinung tritt. Auf Schritt und Tritt stöszt man in der neurologischen und otologischen Literatur auf besondre Fälle, die diese Behauptung zu bekräftigen imstande sind. BECK [1]) spricht geradezu bei partieller Läsion des H.L.B. von einem Deviationsnystagmus. Auch ANTONIS [2]) und VON FREYS Fälle [3]) werfen Licht auf andre Teile der vorgetragenen Lehre. Wenn der vestibuläre Nystagmus (langsamer Ruck) nach rechts schlägt, wird man Vorbeizeigen nach rechts erwarten können (S. 347), einerlei ob es sich um eine einseitige Läsion der H.L.B. handelt, oder aber um einen Herd in der Gegend der hinteren Commissur oder zwischen Commissurkernen und Pallidum. Soweit ich das nach der in dieser Hinsicht etwas dürftigen Literatur beurteilen kann, wird man im Falle kompletter einseitiger Vernichtung dieser Gebilde meistens beim Ohrspülen anstatt des Nystagmus eher eine extreme Augenstellung im Sinne der Blickzwangsstellung erwarten können.

Da man selbst bei schwereren angeborenen Hirndefekten (BRUNNER und SCHARFSTEIN) einen Nystagmus auslösen kann, braucht man sich kaum mit DE KLEYN und TUMBELAKA zu wundern, dasz man bei totaler Oculomotoriuslähmung beim Spülen noch einen gut sichtbaren Nystagmus erzielen kann. Wie denn auch andre Untersucher (u.a. SHERRINGTON, BARTELS) den Beweis lieferten, dasz die Nystagmusbewegung von allen Augenmuskeln mitgemacht wird (Agonisten und Antagonisten), so dasz man, wenn auch nur *ein* Augenmuskel vorhanden ist, das Phänomen beobachten kann *(alternierende Kontraktion und Erschlaffung eines Muskels)*. Dasz beim Menschen, sowohl falls ein labyrinthäres Leiden besteht als wenn der Vestibulariskern oder aber supra-vestibuläre Hirnelemente erkrankt sind, fast immer von horizontalem Nystagmus die Rede ist, ist blosz dem Umstande zuzuschreiben, dasz, bei der überragenden Bedeutung der horizontalen Blickbewegungen beim Menschen, die die horizontale Zwangsbewegung und den entsprechenden Nystagmus kontrollierenden Apparate und Bahnen auch in anatomischem Sinne stärker vertreten sind, und durch einen Herd im Hirnstamm (einschlieszlich Striatum) eher in Mitleidenschaft gezogen werden als diejenigen für die vertikale Bewegung und den vertikalen Nystagmus (nach oben und unten). Die rotatorische Zwangsbewegung und der rotatorische Nystagmus, die mit ihren Apparaten und Nervenbahnen bei niederen Tieren, auch noch beim Kaninchen, vorherrschen, haben beim Menschen fast ganz ihre frühere Bedeutung eingebüszt; nur ab und zu wird als atavistische Erscheinung die HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung beobachtet.

[1]) BECK: Monatschr. f. Ohrenheilk., 1915.

[2]) ANTONI: Otolaryng. Middellanden, 2, H. 3, 1916.

[3]) FREY: Gesamte Neur. u. Psych., Bd. 21.

Während der *rotatorische* Nystagmus wohl meistens auf eine Läsion des Labyrinths, der vestibulären Nerven oder Kerne zurückzuführen ist, seltener auf eine Unterbrechung des lateralen Abschnitts des H.L.B. und noch seltener auf eine solche in der Gegend der Commissura posterior, und wohl nie auftritt, wenn ein Herd *caudal* vom Vestibulariskern vorhanden ist, liegen die Verhältnisse bei dem *vertikalen* Nystagmus anders. Bereits ROTHMANN hat anläszlich seiner Oblongataversuche an Schimpansen (Einschnitte in die Interolivärgegend) die Aufmerksamkeit auf den bei einer so sehr caudalen Läsion auftretenden vertikalen Nystagmus gelenkt. Auch bei oraleren Herden wie denjenigen SCHLESINGERS [1]) und SPILLERS (1926) ist der vertikale Nystagmus beobachtet, und von diesen Autoren mit der Läsion der olivo-cerebellären Fasern in Verbindung gebracht worden. M.A.n. steht dieser vertikale Nystagmus viel eher mit der Olivenfunktion für die vertikalen Bewegungen, deren Begründung wir mehrere Kapitel widmeten, im Zusammenhang (SS. 159, 276, 279, 282).

In zwei Hinsichten scheint mir das Auftreten eines *vertikalen* Nystagmus durch Läsion einer so sehr caudalen Gegend bemerkenswert. Erstens weil die zwei anderen Nystagmusformen (die horizontale und die rotatorische) wohl nie durch Herde *caudal* von den Vestibulariskernen herbeigeführt werden, und weil diese Lokalisation des vertikalen Nystagmus dafür zu sprechen scheint, dasz wir den unteren Oliven einen gewissen Einflusz auf den Mechanismus der vertikalen Augenbewegungen zuerkennen müssen. Dieser Einflusz zeigt sich anscheinend aber blosz in dem vertikalen Nystagmus, wohl niemals in einer richtigen vertikalen Blickzwangsstellung. Diesen Oliveneinflusz auf die vertikalen Augenbewegungen kann man sich angesichts der in Kap. 26 angeführten Beobachtungen wohl kaum durch andere Faserverbindungen als durch die zentralen Haubenbahnen und die dorso-mediane, vom zentralen Grau abgehende Bahn vermittelt denken. Auch Fälle wie diejenigen RANSOHOFFS, wo eine Cyste im Mesencephalon unmittelbar caudal von den (intakten) Oculomotoriuskernen die zentrale Haubenbahn vernichtete, sind in dieser Hinsicht interessant.

Zweitens möchte ich hier wiederum die Aufmerksamkeit auf einen Unterschied richten zwischen dem Mechanismus für die *vertikalen Augenbewegungen* einerseits, die *horizontalen* und *rotatorischen* anderseits. Während für letztere der Satz gültig zu sein scheint, dasz dieselben Herde, welche konjugierte Deviation in den betreffenden Ebenen herbeiführen, auch zu der zugehörigen Nystagmusform Anlasz geben können, kommt für die *vertikale* Blickzwangsstellung auschlieszlich ein Herd *oral von den Oculomotoriuskernen* in Frage; eine Läsion zwischen den Augenmuskelkernen und den Oliven kann blosz die schwächere Manifestation, den vertikalen Nystagmus, herbeiführen.

Auch experimentell ist von CAMIS ein Unterschied zwischen dem vertikalen und den

[1]) SCHLESINGER: Obersteiners Arb., 5, 1896.

sonstigen Nystagmi nachgewiesen worden. In Narkose verschwindet zuerst der vertikale Nystagmus, erst viel später die anderen.

§ 3. *Kompensatorische Augendrehungen.*

Die Lehre von den kompensatorischen Augendrehungen hat eine 150-jährige Geschichte hinter sich. Perioden, worin ihre Existenz allgemein angenommen wurde, wechselten mit solchen, in denen ihr Vorkommen verneint wurde. (Auch noch in der allerletzten Zeit nach den auch historisch sehr lehrreichen Aufsätzen HOUBENS und STRUYCKENS[1]). Bestimmend für die Zukunft — und zwar in positivem Sinne — war die darauf gerichtete Untersuchung MULDERS unter der Führung DONDERS', der auf Grund der betreffenden Versuche von seiner früheren Ablehnung der kompensatorischen Rollungen zurückkam. Vor MULDER berechnete man, dasz die Augen, wenn der Kopf passiv nach rechts oder nach links zur Schulter geneigt wurde, $^1/_6$ oder $^1/_8$ des Winkelbetrags entgegen der passiven Neigung gedreht wurden. Einer erneuten Untersuchung wurde die Frage von W. A. NAGEL [2]) unterzogen; er bediente sich eines Spiegels mit einem anbeiszbaren Rande, damit die Blickachse während der Versuche nicht wechseln sollte. Dabei stellte sich heraus, dasz während einer schnellen Neigung nach der Seite, und unabhängig von der bleibenden Rollstellung, ganz kurz eine stärkere Rotation zustande kommt, welche wieder zu der definitiven Rollstellung zurückkehrt. Es stellte sich heraus, dasz für jeden Grad von Kopfneigung eine eigene Kompensationsstellung der Augäpfel anzunehmen ist. Die Rollung ist beim Kaninchen relativ am stärksten bei geringer Neigung und wird immer geringer bis 180 °, eine Lage, in welcher HOGYIES gar keine Rollung fand. Auch kann man den Drehungsgrad dadurch bestimmen, dasz erst die Stelle der Macula festgestellt wird und dann wiederum *nach* seitlicher Neigung. Raddrehung wirkt unter den Versuchstieren am stärksten auf das Kaninchen, das ja zwei gesonderte Gesichtsfelder hat, und zwar besonders bei Bewegungen in der sagittalen Ebene, in welcher vom Tier fortwährend die Schnauze bewegt wird. Der Zweck ist offenbar, unter allen Kopfhaltungen den Netzhauthorizont in seiner horizontalen Lage zu erhalten. Von A. NAGEL [3]) wurde darauf hingewiesen, dasz kompensatorische Rollung und eine starke Fusionstendenz zu diesem Zweck zusammenwirken. Man kann, indem man mit einem Prisma das eine (stereoskopische) Bild um 10 ° dreht, feststellen, dasz nichtsdestoweniger *ein* Bild geformt wird. Beide Augen drehen sich dann jedes für sich und unwillkürlich um 5 °. Die Fusionstendenz sorgt für das Übrige.

A. GRAEFE [4]) bemerkt, bei der Besprechung der DONDERS'schen und HELMHOLTZ'schen Gesetze: dasz, während die Blicklinie (im Blickfeld)

---

1) HOUBEN und STRUYCKEN: Acta otolaryng., 1924, IV, S. 288.

2) NAGEL: Zeitschr. f. Psychologie und Phys. der Sinnesorgane, XII, 1896, S. 331.

3) NAGEL: Graefes Arch. f. Ophthalmol., XIV, 2, 1868.

4) GRAEFE: Handb. der Augenheilk., II. Aufl., 1898, Abb. 1, S. 8.

vollständig *willkürlich* ist, die mit der Sehrichtung verbundene Meridianstellung *streng festgelegt* ist. Während rein lateraler und vertikaler Bewegungen ist der vertikale Meridian immer rein vertikal. Bei Erhebung der Blicklinie nach oben links und Senkung nach unten rechts ist das obere Ende des vertikalen Meridians nach links geneigt und umgekehrt. Beim Studium der HOGYIES'schen Augennystagmusrichtungen während verschiedener Stellungen der Augen im Raum findet man interessante Anklänge an diese schon aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts stammenden Beobachtungen; die Kompensation ist immer am besten entwickelt in der habituellen Bewegungsfläche, wie auch BARTELS bemerkt hat.

Die Verhältnisse wechseln sehr in der Tierreihe. So findet man bei Fischen die Kompensation viel weniger vollständig, z.B. nach unten bis 20 °, nach oben bis 10 °. Bei Lacerta findet man maximal 40 °, die passiven Drehungen des ganzen Tieres werden hierüber hinaus zum Teil durch entsprechende Kopfbewegungen unwirksam gemacht. Bei Vögeln begegnet man fast ausschlieszlich kompensatorischen *Kopf*bewegungen; für ihre groszen Augen ist die Beweglichkeit in ihren Höhlen eine sehr beschränkte (das Eulenauge kann nur 5 ° nach oben, unten und seitlich gedreht werden). Während schon BREUER vermutete, dasz die bleibende Rotationen der Augäpfel von den Otolithen abhängig seien, konnte ich bei Wirbellosen feststellen, dasz die Pupillenschlitze (bes. bei Kopffüszlern) vollkommen horizontal bleiben (Ref. S. 14), welche ideal vollständige Kompensation auf hauptsächlich gleichseitigen Einflüssen des bei diesen Tieren ausschlieszlich (d.h. ohne Bogengänge) anwesenden Otolithen beruht (Äquatorialreflex, S. 177 und 181). Auf die KUBO'schen und TRENDLENBURG'schen Beobachtungen bin ich an andrer Stelle eingegangen.

Schon früher hatte L. FERRI [1]) darauf hingewiesen, dasz beim Menschen symmetrische Torsionen (= Rotationen) um die Augenachsen auszer bei lateraler Neigung des Kopfes auch bei der *Akkomodation* und *Konvergenz* auftreten, ebenso, wie wir oben sahen, bei jeder schiefen Blickrichtung auszerhalb der Hauptebene. Dasz auch bei HERTWIG-MAGENDIE'scher Schielstellung unter abnormen vestibulären Einflüssen sowohl experimenteller (Durchschneidung des N. vestibularis, Vernichtung des Labyrinths, Läsion der sekundären und tertiären vestibulären Bahnen), als auch krankhafter (Labyrinth-Bogengangleiden, Herde welche die Kontinuität der supra-vestibulären Bahnen unterbrechen [2])) Natur eine Achsendrehung der Augen gefunden wird, darauf weisen meine Beobachtungen an Katzen und Kaninchen hin, an welchen ich eine Iridectomie vorgenommen hatte [3]) und deren Augenstellung ich vor und nach einer Vestibularisdurchschneidung photographierte. In Übereinstimmung damit hat man denn auch nach vestibulären und supra-vestibulären Eingriffen nicht nur einen lateralen Nystagmus, sondern zugleich

[1]) L. FERRI: Arch. Ital. de Biologie. XVI. 1891. S. 416.

[2]) Vergl. THOMAS und EGGER: C. R. Soc. de Biol., 1898, S. 740.

[3]) MUSKENS: Kon. Akad. Amsterdam, 1902, und Jnl. of Physiol., 1904.

auch einen rotatorischen Nystagmus zu erwarten, was sowohl von Physiologen als Klinikern oft übersehen wird. Schon THOMAS [1]) hat auf Grund des Studiums dieser Verhältnisse auf die Unterschiede zwischen den Folgen cerebellärer und vestibulärer Eingriffe aufmerksam gemacht. Beim experimentellen Nachprüfen der Ergebnisse ELLIOT SMITH' und BOLKS über die verschiedenen Abschnitte des Kleinhirns wurde es mir dann zuerst vollständig klar, dasz die Zwangsbewegungen, Fallneigungen, Nystagmi, welche nach Kleinhirnläsion auftreten, hauptsächlich, wenn nicht ausschlieszlich, der gleichzeitigen Verletzung des N. vestibularis und seiner Kerne zuzuschreiben sind und nicht der Kleinhirnläsion selbst.

Eine Ausnahme macht freilich eine Verletzung des Dachkerns mit nachfolgenden Aufbäumbewegungen, worauf ich in Verbindung mit dem Nachweis direkter Vestibularisfasern zum Dachkern, zuerst 1906, in verschiedenen Publikation hingewiesen habe.[2])

Über die Veränderungen in den Kompensationsbewegungen, welche bei Tieren nach gewissen Verletzungen des Hirns auftreten, hat man sich mehrfach irrtümliche Vorstellungen gebildet, indem man sich nicht genügend im voraus darüber vergewissert hat, welche Zwangsbewegungen unmittelbar Verletzungsfolgen sind. Wenn KORANY und LOEB [3]), später RADEMAKER, nach linker Hemisphärenabtragung Hund und Kaninchen Manegebewegung nach links machen sehen, und dann auf dem Drehtisch beim Drehen nach links umfallen sehen nach rechts, was ausbleibt beim Drehen nach rechts, so ist das einfach die Konsequenz der nach der Operation zugleich aufgetretenen Rollneigung nach rechts. Von diesem Gesichtspunkte aus sind auch die sonstigen Erscheinungen, u.a. Nachnystagmi, zu beurteilen.

Über die mit den Augenbewegungen koordinierte Augenlidhebung und -senkung wurde von ACH [4]) die Bemerkung gemacht, dasz auch bei den Tieren die vertikalen Bewegungen der Augen eng mit den Lidbewegungen verbunden sind, viel mehr als mit den horizontalen und rotatorischen Augenbewegungen.

Die sämtlichen Versuche, die seit mehr als 20 Jahren von den Ohrenärzten unternommen wurden (während eigentümlicherweise die Neurologen abseits blieben), um die schnelle Komponente des vestibulären Nystagmus in der Hirnrinde zu lokalisieren, beruhen nach den hier vorgetragenen Ansichten auf einer falschen Interpretation einer richtigen Beobachtung von BARANY. Wenn BARANY u.a. sieht, dasz ein asymmetrischer d.h. vestibulärer Nystagmus bei zunehmendem Druck auf das Mittelhirn durch einen Tumor aufhört, und in eine Zwangsstellung in der Richtung der langsamen Komponente übergeht, so ist das vollkommen in Übereinstimmung mit unserer Definition: ein vestibulärer Nystagmus ist ein Übergangszustand zu einer Zwangsstellung. Dadurch, dasz in dem Augenblick, wo der Kranke aus der Narkose zu sich kommt, Nystagmus auftritt, wird es manifest, dasz kein Gleichgewicht zwischen den verschiedenen Innervationen besteht. Auch könnte man annehmen, die Narkose vermehre den Widerstand in den

[1]) THOMAS: C. R. Soc. de Biol. 1898. S. 595.
[2]) MUSKENS: Psych. en Neurol. Bladen, 1906, S. 68.
[3]) KORANY und LOEB: Arch. f. d. Ges. Physiologie, Bd. 48, 1891, S. 423.
[4]) N. ACH: Pflüg. Arch., Bd. 86, 1902, S. 128.

schon so wie so schlecht leitenden Bahnen (H.L.B. und Tr. commissuro-pallidus); die Narkose wirke wie eine partielle Durchschneidung der Bahnen. Aus diesen Beobachtungen zu schlieszen: im Cortex komme die schnelle Komponente des Nystagmus zustande, ist schon deshalb nicht berechtigt, weil eine solche Lehre das Striatum nicht berücksichtigt. Auch haben HOGYES, EWALD, BAUER und LEIDLER, IVY u.a. Nystagmus selbst nach Abtragung des Mesencephalons beobachtet.

Ob der reflektorisch durch Kalt- und Warmspülung zustande kommende Nystagmus auch unter den kompensatorischen Erscheinungsformen unterzubringen ist, kann man heute weder bestätigen noch verneinen.

Es musz wohl als bewiesen angenommen werden, dasz für das typische Zustandekommen des Spülungsnystagmus die Strecke zwischen den vestibulären Kernen und den Commissurkernen (d.h. das H.L.B.) intakt sein musz. Weniger bestimmt wissen wir, ob besondre Merkmale dem striogenen vestibulären Nystagmus eigen sind, wobei also (vergleiche Abb. 11, S. 100, Abb. 19 a und b, SS. 227—228) die Strecke zwischen Commissurkernen und Pallidum teilweise unterbrochen ist. Dasz dieselben vorhanden sind bei Fällen von Blutung im Striatum, wissen wir bereits seit PRÉVOST. Wenn man sich erst einmal ein Bild der bei dem horizontalen und dem rotatorischen vestibulären Nystagmus vorliegenden Verhältnisse gemacht hat und sich eine klare Vorstellung der Tragweite dieser Fragestellungen gebildet hat, wird auch die klinische Erfahrung ihre Erklärung finden.

Was den vertikalen vestibulären Nystagmus betrifft, so liegen hier die anatomisch-physiologischen Verhältnisse noch sehr verwickelt vor uns. Wenn auch manifeste vertikale *Blickzwangsstellungen* nach Läsion der unteren Olive und der zentralen Haubenbündel noch nicht bekannt geworden sind, so findet man doch (SS. 184, 187) Hinweise, dasz dabei neben antero-posteriorer *Fallneigung* auch *vertikale Nystagmen* in die Erscheinung treten und zwar experimentelle (ROTHMANN [1]) und klinische (SPILLER). Solange uns noch die Kenntnis der zweifellos bestehenden anatomischen Verbindung zwischen dem Dachkern einerseits, den Oliven und den zentralen Haubenbündeln anderseits so sehr fehlt, ist es wohl müszig, die für die klinische Diagnostik in dieser Frage geltende Verhältnisse zu überlegen.

Aus den obigen Feststellungen und Überlegungen — über das sehr enge klinische Verhältnis zwischen den Zwangsstellungen und den vestibulären Nystagmusformen — musz man m.A.n. schlieszen, dasz wir bis auf weiteres auch an eine enge Verbindung, wenn nicht Identität, zwischen den Bahnen und Zentren für die Zwangsstellungen und die drei verschiedenen Nystagmusformen festzuhalten haben.

Nachtrag.

In diesem Kapitel wird der laterale Nystagmus als identisch mit dem horizontalen betrachtet, und zwar nach rechts, wenn der langsame Ruck

---

[1]) M. ROTHMANN: Arch. f. Psych., Bd. 38, 1904, S. 1064.

nach rechts (→), nach links, wenn der langsame Ruck nach links (←) gerichtet ist; der rotatorische Nystagmus als identisch mit HERTWIG-MAGENDIE-Nystagmus nach rechts, wenn der langsame Schlag nach rechts unten (↘) gerichtet ist, andernfalls nach links (↙). Der vertikale Nystagmus wird nach oben (↑) und nach unten (↓) bezeichnet.

Denn für die Richtung des Nystagmus ist, in Übereinstimmung mit der noch immer richtigen Grundlage, die HOGYIES für die reflektorischen Augenbewegungen geschaffen hat, die Richtung des langsamen Ruckes, maszgebend; danach musz die Richtung des Nystagmus bezeichnet werden.

§ 4. Die anatomischen Grundlagen des vestibulären Nystagmus.

Aus dem von mir stark betonten sehr engen Zusammenhang der Zwangsbewegungen mit den dazu gehörigen vestibulären (und wahrscheinlich optischen) Nystagmusarten ist zu folgern, dasz dieselben supravestibulären Verbindungen, welche die Zwangsbewegungen in den drei Ebenen kontrollieren und welche in anderen Kapiteln untersucht wurden, den betreffenden vestibulären Nystagmen zugrunde liegen. Man wird deshalb erwarten dürfen, dasz partielle Herde ev. Erweichungen derselben Gebilde, deren Vernichtung manifeste Manegebewegung bei den Tieren, laterale Zwangsstellung der Augen beim Menschen hervorruft (mediane Teile der H.L.B., Nuc. comm. post. und ihre Verbindungen mit dem Pallidum), einen lateralen Nystagmus veranlassen, und zwar so, dasz der langsame Schlag der Richtung der Zwangsstellung entspricht. Eine leichtere Läsion, eine unvollständige Unterbrechung derjenigen Bahnen, deren Zerstörung Rollbewegung beim Tier, seitliche Fallneigung und eine HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung beim Menschen hervorruft (lateraler Abschnitt des H.L.B., Nuc. interstitialis und dessen Verbindungen mit dem Pallidum), wird in Übereinstimmung mit dieser Anschauung zu rotatorischem Nystagmus Anlasz geben und zwar derart, dasz die langsame Komponente der Richtung der Zwangsbewegung entspricht. Ebenfalls kann man erwarten, dasz mit einer leichteren Störung derjenigen Gebilde, deren vollständige Unterbrechung Zwangsbewegung nach hinten (mediale untere Olive, Nuc. tecti, lateralen Kern der zentralen grauen Substanz, dorsaler Abschnitt der zentralen Haubenbahnen, und deren Endigungen im Neostriatum) und nach vorne (lateraler Teil der unteren Oliven, medialer Kern der zentralen grauen Substanz; ventraler Abschnitt der zentralen Haubenbahnen und deren Verbindung mit dem Neostriatum) zur Folge hat, ein vertikaler Nystagmus in die Erscheinung tritt.

In den letzten Jahren habe ich mich bemüht, bei den in der Literatur (nicht allzuhäufig) erscheinenden, genau klinisch und anatomisch beschriebenen Fällen (experimentellen und klinischen) auf Ausnahmen von diesen Richtlinien zu fahnden. Solange ich nicht auf Fälle stosze, welche diesen Richtlinien scharf widersprechen, glaube ich zu der Meinung berechtigt zu sein, dasz diese Richtlinien selbst, zu denen man auf Grund experimenteller und klinischer Beobachtung kam, zu Recht bestehen. In

dieser Hinsicht haben mich die von ALEXANDER und WHITAKER bei Versuchstieren erhobenen Befunde—ntl. die Existenz direkter vestibulo-rubraler Verbindungen [1]), — nicht überzeugen können. Wo kein andrer Autor mit der Osmiummethode solche zahlreichen Verbindungen gesehen hat, fragt man sich, ob diese Autoren nicht zu viel unter dem Bann der keineswegs genügend begründeten RADEMAKER'schen Annahme des Roten Kerns als eines Knotenpunktes für die posturalen Reflexe standen. Was die Deiterskernverbindungen mit den Oculomotoriuskernen betrifft, wie sie von SAHTO KOITI [2]) beschrieben worden ist, so bin ich an anderer Stelle darauf eingegangen (SS. 22, 41, 187, 199, 212).

Gibt es klinische Merkmale, welche bei der Beobachtung der Nystagmi uns instand setzen, genauer die *Stelle* der partiellen Unterbrechung der supra-vestibulären Bahnen [3]) zu diagnostisieren? Bis jetzt liegen noch zu wenige vollständige, auch anatomisch einwandsfrei untersuchte Fälle vor, um diese Frage in bejahendem Sinne beantworten zu können. Im allgemeinen wird man beim Menschen sich die anderswo in diesem Werke aufgestellten Richtlinien für die Augenzwangsstellungen (Blicklähmungen) in das Gedächtnis zurückrufen. So wird eine in dem pontinen Abschnitt des H.L.B. lokalisierte Erschwerung der Leitung rechts einen lateralen Nystagmus mit der langsamen Komponente nach links hervorrufen, eine solche im lateralen Abschnitt des H.L.B. einen rotatorischen mit der langsamen Komponente nach rechts unten. Der Nystagmus schlägt langsamer verschwindet wohl, wenn der Blick nach der Seite der langsamen Komponente gerichtet wird. Ein Versuch wie derjenige WALLENBERGS, in verschiedenen Abschnitten der aufsteigenden Fasern den langsamen und den schnellen Schlag des Nystagmus lokalisieren zu wollen, scheint wohl verfrüht. Für das Vorkommen zentrifugaler Fasern in den lateralen Teilen des H.L.B., wie sie WALLENBERG annimmt, finde ich keine Anhaltspunkte.

Vielfach hat man sich bestrebt, für den Einflusz des Labyrinths oder besser der vestibulären Kerne (denn nach Vernichtung des Labyrinths vermag ein galvanischer Strom durch das Nachhirn noch vestibulären Nystagmus hervorzurufen EWALD, ROSENFELD) eine anatomische Grundlage zu finden, indem man auf die Verbindung der in dem H.L.B. aufsteigenden Fasern mit den Oculomotoriuskernen hinwies. Dasz solche direkten Verbindungen bestehen, daran kann kaum gezweifelt werden, seit BECCARI [4]) an mehreren niederen Tieren besondere cupuliforme Endigungen solcher Fasern an III-Kernzellen nachgewiesen hat. Nachdem aber 1914 für die Katze und später für Vögel und Knochenfische mittels der anatomo-physiologischen Methode der Tr. commissuro-medullaris als „final common path" für die horizontale Lokomotion und Augen-

[1]) ALEXANDER: Zentr.blatt f. d. Neur. u. Psych., Bd. 56, 1930, S. 468.
[2]) SATOH KOITI: Folia anatomica Japonica, 7, 1929, S. 45—91.
[3]) U.a. bei disseminierter Sklerose nach N. ANTONI, Jahrb. f. Psych., 45, 1926, S. 161.
[4]) BECCARI: Bolletino della Societa Ital. de Biologia, V. 1930 und loc. cit., S. 41.

bewegungen hingestellt wurde [1]), während die Verbindungen dieser Bahn mit den Augenmuskelkernen bereits früher festgestellt worden waren (WALLENBERG), hat die ältere simplifizierende Vorstellung viel von ihrer Anziehungskraft verloren. Doch findet man noch vielfach in schematischen Vorstellungen in den Lehrbüchern das vestibuläre System als eine Pyramide dargestellt, deren oberer und abschlieszender Gipfel von dem Oculomotoriuskern gebildet wird. Übrigens musz gegen das Prinzip — einen peripheren motorischen Nervenkern zugleich als Koordinationskern hinzustellen —, weil es unphysiologisch gedacht ist, Einspruch erhoben werden. Eher könnte man sich denken, dasz die Berührung der aufsteigenden vestibulären Fasern mit den III-Kernen einen „vorläufigen" tonisierenden Einflusz hätte, damit die von den Commissurkernen eintreffende Innervation eine geeignete und richtig abgestufte Reaktionsbereitschaft vorfinde.

§ 5. *Zusammenfassung.*

1. Ein vestibulärer Nystagmus entsteht dann, wenn das normale Gleichgewicht der 6 Innervationsarten durch Unterbrechung bestimmter peripherer oder namentlich zentraler Elemente nicht vorhanden ist und zwar falls ungenügende normale oder aber asymmetrisch verteilte Impulse die Blickzentren (die Commissurkerne) erreichen. Genau so wie wir auf Grund der vergleichenden Tieruntersuchung 6 Typen von Zwangsbewegung haben unterscheiden können, finden wir bei den Versuchstieren und beim Menschen 6 Typen von vestibulärem Nystagmus wieder. Beim Menschen hat der rotatorische Nystagmus infolge des aufrechten Ganges an Bedeutung eingebüszt.

2. Der Nystagmus ist ursprünglich kein pathologisches Phänomen, sondern eine in der normalen Funktion der Augenmuskulatur begründete Reaktionsweise, ein Reflex, der auch bei gewissen niedrigen avertebraten Tieren mit der normalen Funktion verbunden ist. Diese Reaktionsweise ist für die Erhaltung der Gesichtsfelder während der wechselnden Körper- und Augenbewegungen erforderlich.

3. Unter pathologischen Umständen sieht man den rotatorischen und lateralen Nystagmus bei Ausschaltung eines Labyrinths oder bei Schädigung des N. vestibularis auftreten, wenn die normale Leitung, zunächst die der (zu den Commissurkernen im H.L.B. aufsteigenden) sekundären vestibulären Fasern, beeinträchtigt ist. Eine konjugierte Deviation der Augen tritt ein, wenn die Läsion zur völligen Kontinuitätstrennung geführt hat. Auch eine Läsion oral von den Commissurkernen kann vestibulären Nystagmus hervorrufen durch eine Beeinträchtigung der die Commissurkerne mit dem Pallidum verbindenden Bahnen oder bei unge-

[1]) Die SPITZERsche Meinung, der mediale Abschnitt der H.L.B. enthalte oberhalb der Labyrinthregion nur nicht-vestibuläre Fasern (Arb. a. d. Neur. Institut Wien, XXV, 1924, S. 439), hat, hinfällig durch meine einschlägigen Experimente (Brain, 1914, S. 365), keinerseits Bestätigung erfahren.

nügender oder asymmetrischer Reizung derselben. Die Richtung der langsamen Komponente ist dann jedoch der durch Affektion des H.L.B. entstehenden entgegengesetzt. Es scheint, dasz auch infolge grober struktureller Läsionen (ev. durch Blutung) ein *ähnlicher* Nystagmus zustande kommen kann.

4. Die langsame Komponente schlägt in der Richtung der werdenden oder schon entwickelten Zwangsstellung. Der Nystagmus ist um so heftiger, je mehr die Blickrichtung von derjenigen der latenten Zwangsstellung abweicht, weil dadurch ein Faktor eingeführt wird, durch welchen das bereits beeinträchtigte Gleichgewicht noch weiter gestört wird.

5. Aus den obigen Ergebnissen ist zu folgern, dasz die Bahnen, welche die diversen Nystagmusreflexe kontrollieren, identisch sind mit denjenigen, nach deren Durchtrennung die verschiedenen Formen von konjugierter Deviation von Kopf und Augen entstehen.

6. Es wird vorgeschlagen, einfach durch Pfeile die Richtung des Nystagmus und der ev. Zwangsbewegung bei physiologischen und klinischen Beobachtungen zu deuten.

KAPITEL 30.

DER SCHWINDEL UND SEINE ANATOMISCH-PHYSIOLOGISCHE GRUNDLAGE.

§ 1. *Vestibuläre Mitbewegungen. Diagnostische Bedeutung von Vorbeizeigen und Fallneigung. Pars pro toto.*

Von den vestibulären Mitbewegungen haben wir zunächst das *Vorbeizeigen*, das wir an anderer Stelle in diesem Werke (SS. 153, 311, 348) schon besprochen haben, zu berücksichtigen. Das von Barany zuerst praktisch in die Klinik eingeführte Vorbeizeigen (bei geschlossenen Augen, nachdem man mit offenen Augen die zu berührende Stelle angesehen hat) kann in Übereinstimmung mit den sechs möglichen Zwangsbewegungen nach sechs Richtungen hin vorkommen und zwar in allen drei Ebenen in beiden Richtungen, in der *horizontalen* Ebene: zur Seite nach rechts und links; in der *frontalen* Ebene: rotatorisch nach rechts und links; in der *vertikalen* Ebene: nach oben und nach unten. Im allgemeinen kann man sagen, dasz bei einer Läsion der supra- und juxta-vestibulären Gebilde, die Zwangsbewegungen hervorruft, auch Vorbeizeigen auftreten kann. Von klinischem Wert ist das Symptom deshalb, weil bei sehr geringen Läsionen, durch welche eine ausgeprägte Zwangsbewegung oder Zwangsstellung noch nicht hervorgerufen wird, man doch durch das Vorbeizeigen auf die nicht mehr tadellose Funktion der betreffenden Elemente aufmerksam wird. Die Bedeutung

des Zeigeversuchs wird nach QUIX und EYSVOGEL [1]) dadurch erheblich geschmälert, dasz man nur bei bestimmten normalen Stellungen auf ein eindeutiges Resultat hoffen kann. Auch haben FISCHER und WODAK, SIMONS und PREÇECTEL [2]) den Nachweis geliefert, dasz allerhand peripherische Reize (u.a. im Trigeminusgebiet) dabei einen störenden Einflusz ausüben können.

Die *Fallneigung* nach rechts und nach links, nach vorn und nach hinten, ist ein viel zu wenig beachtetes Symptom, das klinisch stärker berücksichtigt zu werden verdient, wie mehrmals in diesem Werke betont wurde; es ist als eine Teilerscheinung des Zwangsrollens nach der Seite, als Teil der Zwangsbewegung nach vorn und hinten, aufzufassen. Das seitliche Fallen wird sich nach denselben Läsionen zeigen, nach denen wir beim Versuchstier Rollbewegung wahrnehmen; also nach der kranken Seite, falls das Labyrinth, der N. vestibularis, die Vestibulärkerngegend oder der laterale Flügel des H.L.B. verletzt ist, und nach der gesunden Seite, falls der Nuc. interstitialis, das Pallidum oder die pallido-commissurale Bahn geschädigt ist.

Anderseits kann Fallneigung nach vorne bei Erkrankung der lateroventralen Abschnitte der unteren Oliven, des ventralen Abschnitts des zentralen Haubenbündels, des medianen Kerns der zentralen grauen Substanz und des ventralen Teils des Neostriatums zur Beobachtung kommen und Fallen nach hinten bei einer Läsion des ventro-medianen Abschnitts der unteren Olive, des dorsalen Teils des Haubenbündels, des lateralen Kerns der zentralen grauen Substanz und des Neostriatums (pars dorsalis?). Fallen nach hinten scheint aber auch regelmäszig — ebenso wie im Experiment — nach Schädigung des Dachkerns aufzutreten, ev. auch des Tr. spino-cerebellaris, und des Tr. mamillo-thalamicus; nach vorn Fallen wahrscheinlich auch bei Affektion des F. retroflexus und des Ped. corporis mamillaris. Teilweise sind diese Beobachtungen in die Schemata 11, S. 100, 19 a und b, S. 226 und 26—29, S. 360 eingetragen worden. Demjenigen, der unseren Ausführungen über den absoluten Unterschied zwischen den verschiedenen Formen von Zwangsbewegung gefolgt ist, wird es klar sein, dasz bei einem etwaigen vestibulären Nystagmus die Richtung der langsamen Komponente die Richtung des Falles sein musz. Und ebenso, dasz Fallneigung nach der Seite niemals mit horizontalem, sondern mit rotatorischem Nystagmus einhergeht (SS. 83, 96, 102, 109, 166).

Wiederholt ist die Frage nach dem Zusammenhang der Zwangsbewegungen mit dem subjektiveren *Schwindel*gefühl nach der Seite, nach vorn zu fallen, aufgeworfen worden, ohne dasz man sich über das Verhältnis der Erscheinungen einigen konnte. Während JÜNGER Fallneigung gleichzeitig mit rotatorischem Nystagmus gesehen haben will, soll nach

[1]) QUIX und EYSVOGEL: Zeitschr. f. Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten, Bd. 23, 1929, S. 19.

[2]) PREÇECTEL: Jnl. of Laryngology und otology, April 1925, S. 233.

H. Brunner (Ref. S. 452) die klinische Erfahrung lehren, dasz das Gefühl des Ziehens nach der Seite in der Regel auftritt, wenn noch kein spontaner Nystagmus besteht. Hieraus wäre zu folgern, dasz der Nystagmus hier im Sinne Leiris einen heilsamen Einflusz ausübt und den Schwindel hintanhält; wenn auch der Nystagmus mit Scheinbewegung der sichtbaren Gegenstände einhergeht (loc. cit., S. 471).

Kny hat beobachtet, dasz beim Galvanisieren des Kopfes der Schwindel ausbleibt, wenn der Kopf frei die Zwangslage annehmen kann; was von Wodak und Goldstein bestätigt wurde. Fischer hat beobachtet, dasz bei einer gesunden, vor eine Drehtrommel gestellten Person der Kopf und die Extremitäten im Sinne der Bewegung der Trommel eine Drehstellung annehmen. Vogel [1]) denkt hierbei an „Induktion durch die langsame Nystagmusphase", eine u.E. überflüssige Theorie, denn es ist selbstverständlich nach dem Prinzip des Pars pro toto, dasz, wenn der Kopf unter optischen oder vestibulären Eindrücken schief gehalten wird, die Extremitäten eine zu der Schiefstellung passende Stellung anzunehmen geneigt sind.

Goldstein und Riese sprechen von „induzierten Tonusveränderungen" und A. Simons [2]) spricht über die „rätselhafte stärkere Ladung mit Strecktonus der hemiplegischen Glieder, wenn der Kopf nach der kranken, und mit Beugetonus, wenn er nach der gesunden Seite gerichtet wird". Dem aufmerksamen Leser der Kap. 11, § 2, S. 111, Kap. 16, § 2, S. 158, Kap. 19, S. 214 und S. 76 wird dieser Unterschied als selbstverständlich erscheinen, denn ein rechtsseitiger Hemiplegiker (dessen Herd das linke Pallidum mehr oder weniger beeinträchtigt) hat eine natürliche Neigung den Kopf in Rollstellung nach rechts (d.h. geneigt nach rechts, jedoch das Gesicht nach links gewandt) zu halten. Zwingt man dem Kranken die ihm unnatürliche Kopfrichtung nach rechts auf, so werden die Extremitäten in Spannung gebracht.

Sehr richtig fragt sich Goldstein: Kann man diese von ihm „induzierte Tonusänderungen", von mir „natürliche", zu den 6 möglichen Fortbewegungsformen gehörige Körperstellungen, genannten Phänomene, mit Magnus und de Kleyn als „isolierte Reflexe" auffassen? Auch Vogel fehlt das Verständnis für solche „an starre anatomische Struktur gebundenen Reflexbewegungen" und er spricht im Anschlusz an Goldstein von einem „Ineinandergreifen von Wahrnehmung und Motorik".

Was man übrigens von sog. tonischen Reflexen zu denken hat, deren Latenz zwischen ¼ Sek. und 23 Sek. schwankt, habe ich an andrer Stelle geäuszert.

Vielmehr glaube ich, dasz wir in den jetzt vorliegenden Beobachtungen genügend Anknüpfungspunkte besitzen, die Stellreflexe als Manifestationen der, wie wir sahen, in Anzahl sehr beschränkten Zwangsstellungen anzusehen, welche dadurch charakterisiert sind, dasz, wenn man einzelne der

---

[1]) Vogel: Pflüg. Archiv, Bd. 228, S. 636, 1931.

[2]) A. Simons: Zeitschr. f. d. Ges. Neur. u. Psych., Bd. 80, 1922, S. 528.

beweglichen Körperteile passiv in eine der bei den sechs Fortbewegungsformen möglichen Zwangsstellungen bringt, die andren Extremitäten, Kopf und Augenballen eo ipso eine Neigung zeigen, die zu der Stellung passende Haltung anzunehmen (Pars pro toto). Diese Zwangsstellungen sind tief im Zentralnervensystem verankert, so tief, dasz z.B. Durchschneidung zahlreicher Halsmuskeln (FOTHFELD) dem Phänomen keinen Abbruch tat. Überhaupt hat man sich die Bedeutung der Kopfstellung für die Zwangsstellungen nur beschränkt vorzustellen. Denn sowohl im Falle des Kaninchens (GRAHE [1]) als des Menschen (FISCHER und WODAK [2]) veranlaszt, während unbeweglicher Fixation des Kopfes auf dem Rumpf, Kaltspülung die dazu passende Extremitätenstellung. Die Extremitäten nehmen die passende Stellung ein, es sei denn, dasz der Kopf aktiv oder passiv in eine bestimmte Stelle gebracht wird (RIESE und MITTELMANN). Dasz die Zwangsstellungen, d.h. das Phänomen Pars pro toto, direkt vom Zentralnervensystem (Hirnstamm) abhängig sind, beweist die Persistenz der sogenannten Stellreflexe nach beiderseitiger Abtragung der Labyrinthe (DE KLEYN) und der Reizungserfolge des Vestibularkerns nach solcher Abtragung (SPIEGEL).

Gegen die „reflektorische Natur" dieser Phänomene spricht auch die von JONKHOFF [3]), STRUYCKEN, MAGNUS und HOFF gemachte Beobachtung, dasz nach gröszeren Strychninedosen die für Strychninevergiftung typische Umkehr der Hemmungsreflexe in Erregungsreflexe sich bei den tonischen Hals- und Muskelreflexen nicht nachweisen läszt.

§ 2. Rufen Vestibularisreize bewuszte Empfindungen hervor?

Zweifellos bedeutet die von J. R. EWALD und R. WOLLENBERG revidierte Ausgabe der HITZIG'schen Arbeit über den Schwindel einen Fortschritt gegenüber den kurz vorher geäuszerten Anschauungen HORSLEYS, WINKLERS u.a., nach welchen im Anschlusz an MACH und BREUER in der Schläfenlappenrinde Vestibularisendstationen su suchen seien. Denn EWALD und WOLLENBERG [4]) erkennen klar, dasz „das Zentrum für die bewuszte Empfindung des Schwindels bisher nicht gefunden sei, seine nervösen Bahnen seien nicht bekannt, so bleibe nichts anders übrig als weiter nach ihnen zu suchen, und man würde sie sicherlich einmal finden". Das Hintere Längsbündel wird nicht genannt, weder SPITZERS noch meine Arbeiten waren den beiden stärker physiologisch und klinisch als anatomisch orientierten Autoren bekannt. SPITZER (später ALEXANDER und WHITAKER) äuszerte sich 1924 dahin, er nehme an, dasz die verschiedenen Bewegungsempfindungsreize über das Kleinhirn dem kleinzelligen Roten Kern übermittelt würden, und dasz sie erst von hier aus

---

1) GRAHE: Pflüg. Arch., CC. IV, 1924, S. 421.
2) FISCHER und WODAK: Ibid. CC II, S. 548.
3) JONKHOFF: Acta otolaryng., IV, 1922, S. 179.
4) EWALD und WOLLENBERG: Der Schwindel. Wien bei A. Holder, 1911, S. 60 und 45.

über die ventralen Thalamuskerne Va (VOGT) die Rinde erreichten. Seither sind keine Tatsachen bekannt geworden, welche imstande sind diese Auffassung zu stützen.

Wenn wir jetzt, am Ende dieses ersten Versuches einer zusammenfassenden Bearbeitung der supra-vestibulären Bahnen, erkennen, dasz wir an keiner Stelle, weder bei Versuchen an niederen Tieren, noch bei pathologischen Beobachtungen am Menschen Anlasz hatten, irgend ein corticales Gebilde einzuschalten, dann müssen wir uns fragen: Ist die aprioristische Annahme eines corticalen Anteils bei der Verarbeitung vestibulärer posturaler, und loko- (und oculo-) motorischer Vorgänge genügend begründet und müssen wir, wenn wir direkte anatomische Beweise vermissen, ohne weiteres hierfür unseren Mangel an anatomischen Kenntnissen verantwortlich machen? Wenn auch die Geschichte der Wissenschaft, und bes. der Hirnanatomie vielfach uns vor der Schluszfolgerung warnt: Wir finden keine Bahn, deshalb ist sie nicht vorhanden, so haben wir doch genügend Anlasz, unabhängig von dieser vorgefaszten, vielleicht irrigen Annahme Erfahrungen zu sammeln. Zunächst müssen wir uns die Frage vorlegen: Kann man sich das teilweise Bewusztwerden der vestibulären Vorgänge auf andre Weise als durch direkte corticale Verarbeitung einschlägiger Impulse erklären?

Wir gehen hierbei in diesem Werke davon aus, wie sich auch aus den Untersuchungen von MAGNUS und DE KLEYN, FISCHER und WODAK u.a. ergibt, dasz der lebende Körper dann im Gleichgewicht ist, wenn alle sechs möglichen Lokomotionsimpulse dank einer symmetrischen Verteilung und Verarbeitung vestibulärer Impulse einander aufheben. Denn wir haben gesehen, dasz jede, auch die kleinste, Läsion der Vestibulariskerne und ihrer sekundären und tertiären aufsteigenden Verbindungen das posturale Gleichgewicht stören kann. Aus den Erscheinungsformen des Phänomens Pars pro toto wissen wir, dasz zweifellos alle Körperabschnitte, d.h. jeder willkürliche Muskel, an den Zwangsstellungen und Zwangsbewegungen teilnehmen, und es erhebt sich deshalb die Frage, ob nicht das Bewuszt werden der vestibulären Vorgänge auf indirektem Wege, etwa mittels der Muskelsensibilität zustandekommt?

Es ist hier nicht unwesentlich, dasz LEIRI[1]), der sich vom physiologischen und klinischen Standpunkte mit dieser Frage befaszt hat, auf Grund seines Grundversuches und ähnlicher Beobachtungen zu der Schluszfolgerung kam, dasz das Bewusztwerden der vestibulären und posturalen Vorgänge ausschlieszlich durch die mit vestibulären Reizen einhergehenden und bewuszt empfundenen Muskelkontraktionen zustande käme; namentlich den Augenbewegungen, und vor allem den nystagmiformen Zuckungen, schreibt er die Rolle zu, die Muskel*empfindungen* zu verursachen. LEIRI nimmt auch auf Grund von FERRYS, HEADS und VAN WULFFTEN PALTHES Beobachtungen an, dasz der Vestibularapparat als Organ für die Ver-

---

[1]) LEIRI: Zeitschr. f. Ohrenheilk., Bd. 17, 1926, S. 381.

mittlung bewuszter Bewegungswahrnehmungen ohne Bedeutung sei. Sein Grundversuch um zu beweisen, dasz die Nystagmusbewegungen tatsächlich der Entstehung optischen Schwindels entgegenwirken, besteht darin, dasz, wenn man sich ein paar Male mit mäsziger Geschwindigkeit herumdreht, man gewöhnlich nicht schwindlig wird. Wenn man bei der gleichen Bewegung aber die Augenballen von der Seite her fixiert, dann hat man dabei ein deutliches Schwindelgefühl, verbunden mit Unbehagen, eine Erfahrung, die jeder leicht an sich selbst bestätigt finden kann.

§ 3. Die Seekrankheit.

Ohne diesen Gegenstand, der eine lange Geschichte hinter sich hat, in der ihm gebührenden Ausführlichkeit hier zu behandeln, will ich doch kurz auf einige Seiten dieses Themas eingehen.

Man kann sagen, dasz bis Ende des vorigen Jahrhunderts die verschiedensten, bisweilen geradezu abenteuerlichsten Ansichten über die Entstehung der Seekrankheit das Feld beherrscht haben. Wir begegnen Autoren, die die Seekrankheit als ein *funktionelles* Leiden ansahen (RIESE [1]) und ROSENBACH). Doch hatten sie schon die Vorstellung, dasz im Kleinhirn visuelle, taktile und vestibuläre Reize koordiniert würden. Andere führten die Erscheinungen auf die abnorme Bewegung der Cerebrospinalflüssigkeit zurück [2]) und wieder andere machten die ungewohnte Bewegung der Eingeweiden und die Reizung des Ganglion stellatum dafür verantwortlich (MAILLET [3])). Anfang dieses Jahrhunderts war man darin sich einig, dasz jedenfalls dem nicht-acustischen Labyrinth eine wichtige Rolle beim Zustandekommen der Erscheinungen zukäme. Wenn auch psychische Einflüsse sicherlich dabei eine Rolle spielten, so hatte doch die Lehre, welche diesen Faktor an die Spitze stellte, und die Krankheit als eine Äuszerung einer gewissen Ängstlichkeit vor der Seereise ansah, (weil u.a. Säuglinge immun seien), ausgedient.

Die Untersuchungen GOLTZ' und EWALDS hatten ja die volle Aufmerksamkeit auf die Bogengänge und den Otolithenapparat gerichtet, und dasz dieses Organ während der Schiffsbewegungen heftigen Reizungen unterworfen war, war offensichtlich. Die Symptome: Depressionszustand, Willenschwäche, Apathie, Schwindel, Ekel, Erbrechen, kalter Schweisz sind allgemein bekannt, und man brachte die Seekrankheit mit einer Erkrankung wie der MÉNIÈRE'schen, mit den Folgen galvanischer Reizung der Labyrinthe in *eine* Gruppe, wozu genügend Anlasz gegeben war. JAMES' Beobachtung, dasz Taubstumme und KREIDLS Erfahrung, dasz Tiere nach doppelseitiger Durchschneidung des N. acusticus gegen die Seekrankheit immun sind, sprachen in demselben Sinne. Das Studium der verschiedenen Schiffsbewegungen führte QUIX [4]) dazu, namentlich die

---

1) E. RIESE: Seekrankheit, Diss., Berlin 1888.

2) POMPOUKIS: Vertige marine, Arch. de Neurol., XV, 1888, Nr. 46.

3) MAILLET: Thèse de Paris, 1907, Nr. 142.

4) QUIX: Geneesk. Bladen, 1912, Nr. XI.

Otolithenreize verantwortlich zu machen; andre, auch ich, nahmen an, dasz die in drei Ebenen liegenden Bogengänge abnorm gereizt würden, wobei meine eigenen Beobachtungen an Seekranken dafür sprachen, dasz vor allem die Bewegung in der vertikalen Ebene die Krankheit hervorriefen, eine Annahme, welche auch PARKERs und SCHILDERS [1]) sowie HARTMANNs Beobachtungen in dem Lift zu unterstützen scheinen. „Das Erlebnis des Körperinnern ist im wesentlichen ein Schwereerlebnis". Bei vertikaler Erregung wird, nach diesen Autoren, ein Teil des Gewichtes, bes. des Kopfes, phantomartig empfunden. Weiter hat WOJATCHEK darauf hingewiesen, dasz die auf das Labyrinth fortgeleitete Beschleunigung, die durch passive Bewegungen in der frontalen und sagittalen Ebene erzielt wird, bald wieder von der Gegenbewegung aufgehoben wird, dasz deshalb den vertikalen Bewegungen (Liftbewegung) die Hauptwirkung zugeschrieben werden musz. Auch RUTTIN, LEIRI und SJÖBERG [2]) waren dieser Ansicht.

Wie weit stimmt diese Auffassung von der Ursache der Seekrankheit mit den Ansichten über den Schwindel (§ 1) überein? Läszt sich m.a.W. das Symptom dadurch erklären, dasz man annimmt, dasz das Labyrinth keine Bedeutung als Organ der bewuszten Bewegungswahrnehmung hat? Wohl nur unter der Voraussetzung, dasz die Diskrepanz zwischen der bewuszten Muskel- und Gelenksensibilität und dem Gesichtsvermögen einerseits und den unbewuszten vestibulären Impulsen anderseits es ist, welche zum typischen Symptomenkomplex der Seekrankheit, ja zum Collaps führt. Man musz hier bedenken, dasz sämtliche vestibuläre Reflexe des Menschen und der meisten Säugetiere dem Landleben angepaszt sind, so dasz die der Seereise eigenen Sensationen nicht als physiologisch betrachtet werden können. Trotzdem versteht es der Organismus ziemlich bald sich den ungewohnten Schiffsbewegungen anzupassen.[3])

Von diesem Gesichtspunkt aus wird auch das sonderbare Schauspiel verständlich, das man so oft auf Seereisen beobachten kann, nl. dasz eine Mutter todkrank darniederliegt, während der blühende und fröhliche Säugling [4]) an ihr herumspielt. Denn beim Säugling ist von einer Gewöhnung an bestimmte Verbindungen von bewuszten visuellen und taktilen und unbewuszten vestibulären Impulsen noch keine Rede. Aus demselben Grund, weil die Reize sozusagen unphysiologischer Zusammenwirkung auftreten, wird Nystagmus, die für die Labyrinthreizung fast typische Begleitreaktion, bei der Seekrankheit niemals beobachtet, weswegen QUIX eher an eine Otolithenreizung dachte.

---

[1]) S. PARKER und SCHILDER: Arch. f. Psych., 128, 1930, S. 776.

[2]) A. SJÖBERG: Acta otolaryng., XIII, 1929, S. 342.

[3]) Vergl. ABELS: Klin. Wochenschr., 1925, S. 489.

[4]) Säuglinge haben nach V. TROTSENBURG (Volkmanns Sammlung, Nr. 509) auch kein normal reagierendes Vestibulum; selbst ältere Kinder zeigen bei 25 ° C. Wasserspülung noch keinen kalorischen Nystagmus.

§ 4. *Luftkrankheit.*

Ungefähr dieselben Probleme, welche bei der Seekrankheit bestehen, erheben sich für die Luftkrankheit. Auch hierfür ist die Ursache wohl in der Diskrepanz zwischen den unbewuszten labyrinthären Impulsen einerseits und den bewuszten Sensationen des Gesichtssinns, der Muskelsensibiltät und Taktilität anderseits, zu suchen. Richten wir hierbei wiederum unsere Aufmerksamkeit auf die vom Vestibulum abhängigen Eindrücke, so ist zunächst, ebenso wie bei der Seekrankheit, im Auge zu behalten, dasz wir es hier mit unphysiologischen Reizen zu tun haben, d.h. der menschliche Organismus hat in seinem Werdegang keine Gelegenheit gehabt, sich von Geschlecht zu Geschlecht solchen Reizen anzupassen. So läszt sich wohl erklären, dasz auch hier die stützende Reflexwirkung (vergl. SS. 186, 436, 450), der Nystagmus, nicht zustande kam. Übrigens zeigt sich das Zustandekommen einer gewissen Anpassung in dieser Hinsicht nicht nur darin, dasz Seeleute und Luftreisende ziemlich bald immun werden für die See- und Luftkrankheit, sondern man hat auch die Beobachtung gemacht (im italienischen Flugdienste), dasz nach längerer Pilotentätigkeit die Empfindlichkeit des Bogengangsapparates, gemessen an dem Nystagmus, allmählich weniger ausgesprochen wird.[1]) So scheint ein gänzlich vom Willen und vom Bewusztsein unabhängiger Mechanismus der Gewöhnung zugänglich zu sein.

Was die genannten unphysiologischen vestibulären Reize betrifft, so musz man hier Unterschiede machen. Ungewohnte vestibuläre Reize ausschlieszlich in *einer* Ebene, so wie sie beim Schaukeln, Wiegen, Karussel empfunden werden, werden von vielen Erwachsenen und fast allen Kindern ohne Unannehmlichkeit, ja mit einem gewissen Vergnügen, empfunden. Es scheint, alsob die *Kombination* von passiven Bewegungen in *drei* Ebenen (eher) zu Reizung und Krankheitserscheinungen führt. Wie GARSAUX, medizinischer Leiter des französischen Luftdienstes [2]), hervorhebt, sind es auch hier wiederum die Bewegungen in der vertikalen Ebene und die Liftbewegungen, welche zuerst zu den Erscheinungen der Luftkrankheit führen, die sich mit denen der Seekrankheit völlig zu decken scheinen. Der genannte Autor unterscheidet als Ursachen der Luftkrankheit bei Piloten: 1. Schnelles Auf- und Absteigen, wobei er (m.A.n. zu Unrecht) vor allem — mit VAN WULFFTEN PALTHE — an die Wirkung der Luftdruckänderungen denkt. 2. Sauerstoffmangel in groszen Höhen. 3. Die Zentrifugalkraft bei dem Kunstflug. Hier ist es von Interesse, dasz bei der Schneider-Cup Wettfahrt bei maximaler Schnelligkeit Kurven mit einem Radius von 200 m gemacht werden. Es stellte sich heraus, dasz, wenn die Piloten einfach den Kopf nach auszen halten, die Zentrifugalkraft das Blut zum Hirn hin befördert, was weniger oder gar keine Be-

---

[1]) Hier sind vor allem die interessanten Untersuchungen R. DODGEs (Jnl. Exp. Psych., VI, 1923, Nr. 1) zu berücksichtigen, welche sich den vorhergehenden STRATTONs, DEARBORNs, MC. ALLISTERs und JUDDs anschlieszen.

[2]) GARSAUX: Nederl. Tijdschr. v. Geneesk., 1931, I, S. 1963.

schwerden macht. Halten sie den Kopf nach innen, so wird das Blut mit Gewalt nach den Eingeweiden geschleudert, und es entsteht eine Hirnanaemie mit ihren verhängnisvollen Folgen. Alle Flieger wissen, dasz, sobald sie auf die Organe für das Bewegungsgleichgewicht, Muskel- und Tastsinn angewiesen sind, d.h. wenn sie die Erde nicht sehen, die Orientierung vollkommen unzuverlässig wird. Mehrmals sind geübte Flieger zu ihrem Erstaunen in Rückenlage, mit dem Kopf zur Erde, aus der Wolkendecke herausgekommen. Es ist klar, dasz dieses Blindfliegen immer eine ansehnliche Gefahr mit sich bringt. Wie weit hier das Anpassungsvermögen des Menschen noch führen wird, ist nicht zu sagen. Gewisz gibt die Erfahrung mit den Automobilen auf den Straszen viel Hoffnung. Während man, bevor das Auto Gemeingut wurde, auf der Strasze mit einer Reaktionszeit von mehreren Sekunden auskam, haben wir es selbst erlebt, dasz man sich an eine Reaktionszeit, die bis auf einige hundertstel Sekunden hinunterging, anstandslos gewöhnte.

Leiri, Ferry und Bilanconi haben die Aufmerksamkeit auf die Pilotenerfahrung gerichtet, dasz beim schnellen Fallen nach unten ein ausgesprochenes Gefühl der Kraftlosigkeit sich bemerkbar macht, bis zur Bewusztlosigkeit. Dagegen nimmt man bei Tieren in solchen Umständen Tonuszunahme wahr. Leiri glaubt, mit Head, dasz niemals der Bewusztseinsverlust vom Vestibulum ausgehen könne, sondern auf Hirnanaemie beruhe.

Anderseits behauptet van Wulfften Palthe [1]), dasz der Flieger mit geschlossenen Augen die Kurve nicht bemerkt, m.A.n. weil diese passiven Bewegungen unphysiologisch sind und das Bogengangssystem dafür wertlos ist, da es nur reflektorische Bewegungen auslöst, die unter physiologischen Bedingungen Bedeutung haben. Die Impulse beim Fallen des Flugzeugs sind andrer Ordnung als z.B. die beim Ausgleiten ausgelösten. Auch Kulbutieren und Rollen um die Längenachse kann nicht so schnell stattfinden, dasz Schwindel auftritt; das ist nur der Fall bei der sogen. „Spin"rotation mit einer Schnelligkeit bis 180 ° per Sekunde. Sieht der Flieger nach oben, so scheint die Wendung sehr langsam zustande zu kommen und er empfindet keinen Schwindel. Beim Schlieszen der Augen hört der Schwindel ebenfalls auf. Leiri meint nicht ohne guten Grund, dasz die wohltätige Wirkung des Nystagmus im einen Fall *wohl*, im anderen *nicht* auftreten könne; dank dem Nystagmus könne man während der Bewegung fixieren. Hier wären Versuche anzustellen.

Bei den Passagieren handelt es sich vor allem um die ungewohnten und unphysiologischen passiven Bewegungen in den drei Ebenen, vor allem um die durch aufwärts gerichtete Winde, welche sich bis zur Höhe von 500 m bemerkbar machen, herbeigeführte Bewegung. Durch Fliegen in gröszerer Höhe (1000 m) ist diese unangenehme Wirkung daher zu ver-

[1]) Van Wulfften Palthe bemerkt, dasz man, wenn man den Kopf vornüber beugt, die Gefahr der falschen Beurteilung der Lage vermeidet (Alexander und Marburg. Neurologie des Ohres, 1928, S. 691).

meiden.[1]) Im allgemeinen haben, wie mir scheint, die Ärzte im Flugdienst die Neigung, mehr als durch die Tatsachen gerechtfertigt ist, die Luftkrankheit auf verdünnte und verdorbene Luft, Öldämpfe usw. zurückzuführen. Doch soll natürlich auch in dieser Hinsicht allen Anforderungen Genüge getan werden. Auch soll man gewisse suggestive Hinweise auf die Luftkrankheit vermeiden. In einem Flugzeug einer sehr viel benützten Luftlinie fand ich an der Rückseite jedes Sessels der Kabine eine Notiz und daneben einen Leinensack, mit der Bitte, sobald Brechneigung aufträte, den Sack zu benutzen!!

Da die maszgebenden Luftfahrtsachverständigen zugeben, dasz die Luftfahrt sich erst ganz entfalten wird, wenn man die Luftkrankheit überwunden hat, und da ebenso für die groszen Seefahrtgesellschaften die erfolgreiche Bekampfung der Seekrankheit von groszer Bedeutung ist, wäre es angebracht, dasz in jedem Kulturlande die Bekämpfung der See- und Luftkrankheit, als gemeinschaftliche Aufgabe, Teamwork, einem Komitee von Ärzten, Luft- und Seefahrtautoritäten, Ingenieuren, usw. anvertraut würde. Wenn wir beachten, dasz die passiven Bewegungen in der vertikalen Ebene bei beiden Krankheiten eine Hauptrolle spielen, und dasz die Anatomo-physiologie der vertikalen Bewegungen, wie in diesem Buche gezeigt werden konnte, an besondere Bahnen und Zentren gebunden ist, wird man gut tun, sein Augenmerk vor allem auf die Bekämpfung der nachteiligen Wirkung dieser vertikalen Bewegungen zu richten. Zunächst wären genaue Feststellungen über die Schnelligkeit der passiven Schwankungen in den drei Ebenen im gewöhnlichen Luftverkehr zu sammeln, womit 1930 in Amsterdam eine vorläufige Kommission angefangen hat. Die medizinische Abteilung des Haager internationalen Luftfahrtkongresses 1930 hat ausführlich die Frage diskutiert, und den Wusch ausgesprochen, dasz in allen teilnehmenden Ländern solche Komitees gebildet würden.

§ 5. Die Caissonkrankheit.

Obwohl sie nur indirekt mit der Vestibularfunktion in Verbindung zu bringen sind, möchte ich doch über die durch Luftverdünnung und Luftverdickung herbeigeführten Krankheitserscheinungen einige Worte zufügen, zumal sie beim schnellen Auf- und Absteigen der Flieger eine gewisse Rolle spielen. G. HERMAN [2]) beobachtete wiederholt das MÉNIÈRE-Syndrom als Folge der Druckentlastung beim zu schnellen Verlassen des Caissons. Er empfahl als erfolgreiche Therapie, die Patienten wiederum in den Caisson mit zusammengepreszter Luft zu bringen und dann sehr

---

[1]) Als ein Beispiel, welch zähes Leben den aus rein theoretischen Erwägungen in die Therapie eingeführten Medikamenten beschert ist, sehen wir von GARSAUX noch immer als Sedativum Bromkampher zur Behandlung der Luftkrankheit empfohlen, während wir wissen (vergl. L. J. J. MUSKENS, Epilepsie Springer, 1927, S. 15), dasz Bromkampher ein Nervengift ist und besonders epileptogen wirkt.

[2]) G. HERMAN: Sammlung klinischer Vorträge, 1902, S. 385.

langsam zu dekomprimieren. Er ist der Meinung, dasz man unmöglich ausschlieszlich das Vestibulum als Sitz der Erkrankung ansehen kann, denn es treten auch andre Symptome des Zentralnervensystems dabei auf, u.a. sind mehrmals Paraplegien beobachtet worden, wobei an Entwicklung von Stickstoffgas im Blute zu denken ist; auch Aphasie, Bewusztseinsverlust, Krämpfe, zentrale Schmerzen. HELLER, MAYER und von SCHRÖTTER haben weitere Beobachtungen gesammelt, und HERMANS Angaben bestätigt. Zur gleichen Zeit hat OLIVER [1]) darauf hingewiesen, dasz Sauerstoffüberschusz toxisch wirkt, Hyperaemie der Lungen und (nach L. HILL) Pneumonie herbeiführen kann. WAINWRIGHT [2]) unterschied als mechanische Folge der Caissonverhältnisse Schmerzen in den Ohren, in den Stirn- und Kieferhöhlen, und die wohl anders zu erklärenden Schmerzen in den kariösen Zähnen, bei der Kompression. Dagegen Schmerzen im Knie und Ellbogen bei der Dekompression. Schlechte Ventilation soll, auch nach Dr. SMITH in St. Louis, zur Caissonkrankheit beitragen. Man finde im Caisson ein Überflusz von CO_2. Fette Leute sind besonders disponiert. Die Schmerzen nach Dekompression kommen erst viel später; nach PAUL BERT sammeln sich die feinen Luftblasen erst langsam.

KAPITEL 31.

DER ZENTRALE MECHANISMUS DER WILLKÜRLICHEN AUGEN- (UND RUMPF-)BEWEGUNGEN UND SEINE PHYLOGENETISCHE ENTWICKLUNG.

§ 1. Kennen wir eine corticale Bahn für die willkürlichen Augenbewegungen?

Wenn man die bewegte Geschichte des corticalen Einflusses auf die Augenbewegungen, oder aber den Verlauf der willkürlichen Augenbewegungsbahnen aus experimentellen und klinischen Erfahrungen zu verstehen versucht; wenn man sich rein physiologisch auf die Frage einstellt: was sind die Folgen der elektrischen Reizung oder aber der Exstirpationen verschiedener Cortexbezirke, oder wenn man die rein anatomische Frage zu beantworten versucht: gibt es Rindenareale, deren absteigende Entartungen nach ihrem Verlauf zu den supra-nucleären Kernen, zu den hinteren Längsbündeln ev. zu den Augenmuskelkernen bei den willkürlichen oder reflektorischen Augenbewegungen eine Rolle spielen, erlebt der nach positiven, wohlerprobten Tatsachen Suchende immer und immer wieder Enttäuschungen.

---

1) OLIVER: Brit. Med. Assoc., Oxford, 1912, Section of State Medicine.

2) WAINWRIGHT: Lancet, 1900, S. 1792.

Wenn wir — in Hinsicht auf die Fülle des vorliegenden Materials — nur einzelne Beobachtungsreihen uns genauer ansehen und nachprüfen werden, 1. was uns die Reizung verschiedener Hirnstellen mit Rücksicht auf die Augenbewegungen gelehrt hat, und 2. über welche Angaben wir verfügen hinsichtlich der Anatomie der corticalen und striären Augenbewegungsbahnen, dann drängt sich uns der Gedanke auf, dasz vor allen Dingen drei Umstände einer unvoreingenommenen freien Forschung im Wege gestanden haben mögen.

Zunächst hat man sich nicht die Vorstellung zu eigen machen können, dasz der Augenbewegungsmechanismus etwa grundsätzlich anderer Natur sein könnte als derjenige der sonstigen willkürlichen Muskulatur. Deshalb liefern die Versuche der Forscher, die einschlägigen Ergebnisse der Tierphysiologie oder der Hirnanatomie für unsere Erkenntnis zu benützen, immer wieder auf Konstruktionen aus, die die willkürlichen Augenbewegungen in das jeweils bekannte Schema der willkürlichen sonstigen motorischen Innervation einfügen sollten.

Einen anderen verhängnisvollen Umstand sehe ich darin, dasz die Forschung der unwillkürlichen Augenbewegung vom Anfang an zu Unrecht allzusehr mit der Erforschung der horizontalen Blickbewegungen identifiziert wurde, und auf diesem falschen Wege stecken blieb. Namentlich die auch jetzt noch in vielen Augen hoch bewertete Bedeutung des Abduzenskernes dürfte wohl einem vorurteilslosem Angreifen des Hauptproblems immer im Wege gestanden haben.

Schlieszlich hat das gründliche Miszverstehen der Zwangsbewegungen in den drei Ebenen und der damit fest verbundenen Augen-, Kopf- und Rumpfbewegungen mehrfach zur Folge gehabt, dasz man z.B. die *lateralen* Zwangsstellungen nach Vorderhirn-, inkl. Striatum(!)-Läsionen studierte, während man meinte, man untersuche den corticalen Einflusz auf Augen- und Rumpfmuskeln. Nicht selten hat sich auch schwer gerächt, dasz man nicht die konjugierte Deviation der Augen in der horizontalen und in der frontalen Ebene (im Sinne der Rollung, S. 109) auseinanderhielt.

Nach einem halben Jahrhundert vielseitigen Tastens in allen Richtungen müssen wir in aller Bescheidenheit erkennen, dasz uns ein richtiges Wissen von der Lokalisation und dem Verlauf der Zentren und Bahnen, die die willkürlichen Augenbewegungen verursachen, fehlt, dasz wir trotz angestrengter Beobachtungen von Physiologen, Nerven- und Augenärzten, trotz genauester Durchforschung zahlreicher Gehirne nach zahllosen Eingriffen und überall lokalisierten Krankheitsprozessen, die Antwort sogar auf die Hauptfragen schuldig bleiben müssen.

§ 2. Elektrische Reizung (und Abtragung) der Hirnrinde und Augen- (und Rumpf-)bewegungen.

Wenn nicht von kritisch gesinnten Forschern immer wieder Zweifel an der Richtigkeit des Satzes „die corticalen Zentren für die Augenbewegungen sind uns bekannt" erhoben worden wären, würde das so

oft beschriebene Resultat direkter faradischer Reizung der Hirnoberfläche längst in den festen Besitz jedes Arztes übergegangen sein. Nachdem schon 20 Jahre vorher in DONDERS' Laboratorium die Frage der unwillkürlichen Augenbewegungen in Flusz geraten war, knüpfte die Problemstellung der corticalen und willkürlichen Augenbewegungen unmittelbar an die FRITSCH-HITZIG'sche Entdeckung der motorischen Rindenzentren an. FERRIER und MUNK war zuerst aufgefallen, dasz von mehreren Punkten der Hirnoberfläche aus koordinierte Augenbewegungen ausgelöst werden konnten; aber so wenig befriedigend erschienen ihre Resultate den Epigonen, dasz eine Reihe von Forschern,erst in England, dann in Deutschland, es sich zur Aufgabe machte, durch genaueste Forschung, nicht nur an den gewöhnlichen Versuchstieren (Hund Katze), sondern besonders auch an Affen, die früheren Angaben nachzuprüfen. Zunächst war es schon MUNK (Ref. S. 286) aufgefallen, dasz bei seinen Versuchen an Hunden und Affen ein starker Unterschied in den Stromstärken bestand, welche für die Reizung der motorischen Zentren der Extremitäten einerseits, anderseits für die Reizung der sogenannten Stirnhirnzentren für die koordinierten Augenbewegungen notwendig waren. Während vielfach ein Rollenabstand von 80 mm für den zweiten Zweck am Frontalhirn notwendig war, genügte für die Auslösung gewöhnlicher Bewegungen aus der motorischen Gegend ein 50 % schwächerer Strom (Rollenabstand 120 mm).

Was die Abtragungen des Frontalhirns betrifft (MUNK, S. 765), so blieb am Hund die Manegebewegung aus „sobald der Querschnitt durch die Hemisphäre mehr als 2 mm vom vordersten Punkte der Hauptstirnfurche entfernt war". Hatte man beim Affen, beiderseits unmittelbar von der Hauptstirnfurche an, die Rinde des Stirnlappens exstirpiert, so gesellten sich zu den Störungen am Rumpf noch Störungen am Nacken; hatte der *ein*seitig verstümmelte Affe den Kopf stets nach dieser Seite gedreht (nach meiner Definition „gewandt"), so „hielt der *beider*seitig verstümmelte den Kopf stets gesenkt". Der Beobachter bemerkt, dasz bisweilen „unerwartet viele Malazien" bei der Autopsie gefunden wurden.

Die von MUNK befürwortete Erklärung der Manegebewegung und der lateralen konjugierten Deviation von Kopf und Augen nach einseitiger Vorderhirnläsion, durch einseitige Schwäche der Rumpf- und Nackenmuskeln, fand sogleich Widerspruch bei GOLTZ [1]).

HORSLEY, BEEVOR, SCHAEFER und MOTT verdanken wir genauere Untersuchungen über die Lokalisation der konjugierten Deviation der Augen, des Nackens und des Rumpfes. Während SCHAEFER und HORSLEY [2]) die Aufmerksamkeit auf ihren unerwarteten Befund lenkten, dasz nur ein ganz *kleiner* Teil des Gyrus marginalis die Innervation der mäszigen Rumpfmuskulatur verursachte, stieszen die Untersucher auf so sehr voneinander abweichende Befunde, dasz sie, statt zusammenfassende Resultate, lieber ihre einzelnen Versuche ausführlich wiedergaben. Einer-

---

1) H. GOLTZ: Pflüg. Arch., Bd. 34, 1884, S. 485.

2) SCHAEFER und HORSLEY: Phil. Transactions, Vol. 179, 1888.

seits hatte schon FERRIER auf den Gyrus angularis als ein Zentrum hingewiesen, wo faradische *Reizung* laterale Augenbewegungen loslösen könne, anderseits bemerkten BROWN und SCHAEFER, dasz eine *Exstirpation* dieses Teils niemals (im Vergleich mit den Frontalzentren für konjugierte Deviation) eine laterale Abweichung zur Folge habe. MOTT versucht, genauestens an groszen Affen die Stellen zu lokalisieren, durch deren Reizung man Augenbewegung überhaupt hervorrufen könnte.[1]) Er unterscheidet eine mittlere Zone im Frontalhirn, die konjugierte Deviation nach der andren Seite ergibt. Oberhalb dieses Punktes sei eine Stelle, deren Reizung die konjugierte Deviation nach unten, darunter eine Stelle, die die Augenbewegungen nach oben hervorrufe. Er bemerkt dazu, die Balkendurchschneidung habe keinen Einflusz auf das Resultat; und Reizung der rechten Frontalgegend übertreffe in ihrer Wirkung den Effekt der Reizung des occipitalen Gyrus, der ja auch als ein Zentrum für konjugierte Deviation angesehen wurde. Die Stromstärke ist dabei am Stirnhirn wieder schwächer als am Occipitalhirn.

Fragt man sich jetzt, nachdem wir die Bedeutung des Globus pallidus für die Augenbewegungen kennen gelernt haben, inwieweit in den BEEVOR-HORSLEY'schen Versuchen an Makaken Stromschleifen eine Rolle gespielt haben dürften, und vergleicht man die Beschreibung dieser Autoren mit den von PROBST publizierten Hirndurchschnittserien desselben Tieres, dann stellt sich heraus, dasz die empfindlichsten Stellen BEEVOR-HORSLEYS 1.75 cm oberhalb des Globus pallidus liegen! Sicherlich ist das ein genügender Grund, die echte *corticale* Genese des motorischen Effektes zu bezweifeln. Zwar haben TAMBURINI und LUCIANI [2]) schon in einer frühen Periode der betreffenden Untersuchungen die Bemerkung gemacht, dasz hier die Stromschleifen wohl keine Rolle spielen dürften, 1. weil man Unterschiede in der Wirkung bei kleinen Verschiebungen der Elektroden beobachtet, und 2. weil bei Unterschneidung des betreffenden Areals die Wirkung ausbleibe. Mir scheint jedoch, dasz der ersten Bemerkung in Hinsicht auf die späteren Resultate der englischen Untersucher wenig Bedeutung beizumessen ist, und die Unterschneidung will mir als ein roher Eingriff vorkommen, dessen Tragweite nicht genau zu übersehen ist. Dazu kommt noch dasz DANIELO die Richtigkeit der Beobachtung selbst leugnet.[3]) Sagt er doch ausdrücklich: Je tiefer die Elektroden in das Gehirn eingestochen werden, um so stärker sind die lateralen Augenbewegungen. Nebenbei sei bemerkt, dasz die Anzahl der Stellen, von welchen man durch faradischen Strom Augenbewegungen auslösen konnte, immer geringer wurde. Sind es nach FERRIER noch nicht weniger als 5 Stellen (2 in den Stirnwindungen, 2 in dem G. angularis und temporalis, und 1 in den occipitalen Windungen) so scheiden nach SCHAEFER, UN-

---

[1]) MOTT: Brit. Med. Jnl., 1890, II, S. 1419.

[2]) LUCIANI und TAMBURINI: Ref. Luciani, Lehrb. d. Phys., IV, 1911, S. 392.

[3]) DANIELO: Wratsch., 1888, Nr. 48.

VERRICHT, OBREGIA[1]) (ein Schüler MUNKS) einige aus. Die Angaben dieser Forscher, bes. der letzteren, über verschiedene Reaktionen beider Augen, beruhen wohl darauf, dasz ev. durch Reizung des Pallidums, oder der Commissura posterior und des Nuc. interstitialis Rollstellung der Augen hervorgerufen wurde. Ein andrer Befund, aus dem man schlieszen kann, dasz diese Pioniere durch Stromschleifen durch tiefere Gebilde auf Irrwege geführt wurden, glaube ich in dem häufigen Auftreten von Konvergenzbewegungen und in der Beobachtung zu erblicken, dasz während der Untersuchung so oft grosze Unterschiede in den Wirkungen zu beobachten waren. Eine immer wiederkehrende Beobachtung, die kaum angezweifelt werden kann, dürfte allerdings kaum anders als durch Cortexreizung zu erklären sein, näml. dasz der *occipitale* Cortex auf schwächere Ströme reagiert als das Mark unterhalb der erst gereizten Stelle.

Obwohl schon MUNK bemerkte, dasz der Strom, um eine Augen- und Kopfbewegung zu erzielen, jedenfalls länger einwirken müsse als auf die motorische Zone, und dasz er keineswegs bei dieser Beobachtung Stromschleifen ausschlieszen könne, musz man sich wundern, dasz er sich hier nicht mehr Zurückhaltung auferlegt hat. Auch die Versuche UNVERRICHT, KUSICKS und namentlich ROTHMANNS[2]) gaben doch zu Zweifeln genügend Anlasz. Wenn NIESL VON MAYENDORF mit BERNHEIMERS Versuchsanordnung findet, dasz faradische Reizung des Gyrus angularis auch noch oculomotorischen Erfolg hat, nachdem die Vierhügel oberflächlich abgetragen worden sind, dann scheint mir eben auf Grund der nicht genau lokalisierbaren Reizung der Schlusz nicht zulässig, dasz die Vierhügel nichts mit den Augenbewegungen zu schaffen hätten. P. CORDS' Äuszerung, der Kampf der Ansichten über die zentralen optischen Bahnen habe sich gelegt, scheint mir denn auch nicht zutreffend. Gewisse Beobachtungen älterer Autoren wären noch anzuführen, die vom rein physiologischen Standpunkt für die Bedeutung der Stromschleifen bei der corticalen (näml. *frontalen*) Reizwirkung auf die Augenbewegungen zu sprechen scheinen. So will ich diejenigen LEVINSOHNS ins Gedächtnis zurückrufen. Dieser Autor exstirpierte beim Makaken den *Frontallappen,* nachdem er vorher mit Faradisation der betreffenden Rinde die konjugierten Augenbewegungen studiert hatte. Durch Ansetzen der Elektroden an den Seitenwänden der Exstirpationshöhle erhielt er Augenbewegungen, die völlig den früheren gleich waren. Diese Beobachtung spricht m.E. stark für die striatogene Natur des Reizeffektes. Hätte der Autor (Ref. S. 288) beim ersten Reizversuch (vor der Exstirpation) den Anfang einer cortico-motorischen Bahn gereizt, dann wäre — in Übereinstimmung mit den betreffenden Versuchen von FRANCK und PÎTRES an der motorischen Zone — der Effekt der Reizung des corticalen Ursprungs dieser Bahn ein viel stärkerer gewesen.

---

1) OBREGIA: Arch. f. (An. u.) Psych., 1890.

2) ROTHMANN: Neur. Zentralbl., 1896, S. 1105.

Gelten die obigen Ausführungen vor allem für die lateralen Augenbewegungen, so stehen die Angaben über vertikale Augenbewegungen durch corticale Reizung auf noch unsicherem Boden. SCHAEFER, BECHTEREW und MANN wollen solche bei Reizung der Occipitalgegend gesehen haben; MOTT und SCHAEFER auch bei Reizung der präerolandischen Windungen bei einem Affen Callithrix.[1]) Wenn man aber die gereizte Stelle sich genauer ansieht, so stellt sich heraus, dasz diese Forscher sehr wohl das Neostriatum mit Stromschleifen erreicht haben können, so dasz ohne Nachprüfung und sorgfältige Ausschlieszung dieser Komplikation ihren Angaben nicht zu viel Wert beizumessen ist. Sehr richtig hoben SCHAEFER und BLUM [2]) denn auch unlängst, wie früher PARINAUD, hervor, dasz die Schluszfolgerung, man könne vertikale Augenbewegungen von dem Cortex auslösen, vorzeitig gezogen worden sei.

Da die obigen MOTT'schen Resultate (vertikale Augenbewegungen bei faradischer Reizung des *Frontal*hirns) nicht *bestätigt* wurden, hat HUGHLINGS JACKSON die Vermutung ausgesprochen, dasz die lateralen Augenbewegungen dermaszen die vertikalen verdrängen könnten, dasz die zugleich erfolgenden vertikalen Reizerfolge dadurch ganz verdeckt würden. Für R. RUSSELL (Ref. S. 216) wurde diese Vermutung Ausgangspunkt zu seinen Versuchen mit Durchschneidung sämtlicher lateraler Recti und darauf folgender Reizung des frontalen Cortexareales, nach welcher er die vertikalen Augenbewegungen besser beobachtet haben will. Später hat LEVINSOHN diese Versuche, jedoch ohne positiven Befund, nachgemacht. Anderseits war SHERRINGTON der Meinung [3]), die Hemmung durch die subcorticalen (striären) Zentren könne diesen Augenbewegungen zugrunde liegen.

Wenn auch zunächst der Schlusz WERNICKE-MUNKS: im Frontalhirn sei ein Nackenbewegungszentrum enthalten, von den Klinikern Bestätigung zu erfahren schien (FRAENKEL [4])), wurde man sich doch am Ende des vorigen Jahrhunderts einig darüber, dasz konjugierte Deviation auszer am Frontalhirn auch über dem Gyrus angularis und über den Occipitalwindungen durch elektrische Reizung mit faradischem Strome auszulösen sei. Nach STERLING [5]) brauchte man für die faradische Auslösung der Kopfwendung einen etwas stärkeren Strom. BECHTEREWs Annahme einer gesonderten Lokalisation von Kopf und Augenmuskeln [6])

---

[1]) MOTT und SCHAEFER: Brain, 1898, S. 165.

[2]) SCHAEFER und BLUM: Archives d'Ophthalmologie, 1929, S. 353.

[3]) SHERRINGTON: Jnl. of Physiol., 17, 1895, S. 28.

[4]) FRAENKEL (Neur. Zentr.bl., 1887, S. 885) schrieb die Nackensteifigkeit, beobachtet in einem Fall von lokaler Blutung über der 2.—3. Frontalwindung, diesen Zentren zu; übersieht dabei aber die Tatsache, dasz diese Nackensteifigkeit auch bei oberflächlichen Blutungen in ganz anderen Hirnregionen beobachtet wird.

[5]) STERLING: Arch. f. Physiol., 1903, S. 487.

[6]) BECHTEREW: Arch. f. Physiol., 1900, Supp., S. 145.

wurde aber von SILEX und DU BOIS RAYMOND geleugnet. Ebenso wurde das Verschwinden der Occipitalreaktion nach Unterschneidung der die Occipitalwindungen mit dem Frontalhirn verbindenden Bahnen (LUCIANI, TAMBURINI, UNVERRICHT, BECHTEREW) von andren Untersuchern energisch bestritten (u.a. DANILLO und SCHAEFFER).

Auch MUNK, OBREGIA, LEWANDOWSKY und BERGER bestätigten die Unabhängigkeit der verschiedenen reizbaren Felder, denen von TSCHERMAK [1]) und HENSCHEN wieder das Temporalhirn als 4. Blickzentrum beigefügt wurde, so dasz man fast geneigt wäre, zu meinen, dasz jedes corticale sensorische Zentrum seinen eigenen Apparat für die konjugierte Deviation besäsze. Inzwischen fand man dabei, dasz (GERWER [2])) Vernichtung der oberflächlichen Teile des Mittelhirns (Tectum) ohne Wirkung auf die faradisch ausgelösten Augenbewegungen war, dasz aber eine tiefere Läsion, näml. Hemisektion dieser Gegend (d.h. Durchschneidung der Commissura posterior!), alle gekreuzten Reizerfolge aufhob. Ebenfalls war man sich darüber einig, dasz die Manegebewegung und die konjugierte Augendeviation nach Exstirpation eines Frontallappens (wohl als Folge eines gleichseitigen Herdes im Pallidum) beträchtlich länger dauerten als nach allen anderen Exstirpationen.

Hatte es also nach den zuletzt zitierten Arbeiten den Anschein, als ob eine gewisse Ruhe eingetreten sei, dasz m.a.W. eine gewisse communis opinio erreicht sei, so lieszen sich doch scharf sehende Physiologen und Kliniker durch diese scheinbar wohlbegründete Lehre nicht beirren. Alle Untersucher, auch die späteren (VOGT und BARANY [3])), waren sich darüber einig, dasz die Stromstösze, durch welche Augenbewegungen vom Cortex ausgelöst wurden, beträchtlich stärker waren als diejenigen, die für die sonstigen willkürlichen Bewegungen (von dem motorischen Cortex aus) erforderlich sind. Wegen sonstiger Abweichungen erklärten UNVERRICHT [4]) und OBREGIA: „Diese Augenbewegungen sind ganz etwas anderes". Weiter ist das motorische Augenfeld bei allen untersuchten Tieren durch ein stummes Feld von dem eigentlichen motorischen Areal geschieden. Während von der motorischen Zone leicht epileptische Anfälle ausgelöst werden, ist dies nie bei der frontalen Augenbewegungszone der Fall. Alle diese früher schon gemachten Beobachtungen wurden bestätigt und ausgebaut von LEYTON und SHERRINGTON [5]). Es gibt nach ausführlichen Untersuchungen am anthropoiden Affen keinen Focus, deren Reizung in solch einer direkten Weise wie z.B. die Bewegungen der Hand, des Gesichtes usw. die Augen-

---

1) TSCHERMAK: Nagels Physiol., IV, 1909.
2) GERWER: Neur. Zentr.bl., 1900, S. 165.
3) VOGT und BARANY: Jnl. f. Psych., 1913.
4) UNVERRICHT: Deutsches Arch. f. Klin. Med., 1888.
5) LEYTON und SHERRINGTON: Quarterly Jnl. Exp. Physiol., 1917, S. 166.

bewegungen hervorruft. Wenn man von den *frontalen* und bes. von den *occipitalen* Windungen Augenbewegungen auslöst, so sind diese in keiner Weise als eine regelmäszige Erscheinung auzusehen, etwa vergleichbar mit der Reizwirkung auf die motorische Zone. Auch sind die Stellen, von welchen man Augenbewegungen auslösen kann, relativ breit, unsicher, unregelmäszig selbst bei Reizung mit sehr starken Strömen. Die Schwelle ist, nach GERWER, vollständig unsicher, geht bald verloren. Man braucht stärkere Ströme: die Öffnung der Augen geht bald mit konjugierter Deviation des Kopfes nach der anderen Seite zusammen, bald leitet sie dieselbe ein oder folgt sie ihr. Das homolaterale Auge bewegt sich oft etwas später als das gekreuzte.

Wenn wir von unsrem jetzigen Standpunkt über die damaligen Versuche urteilen wollen, dann tauchen sogleich zwei ernste Bedenken auf und zwar sowohl gegenüber den Schluszfolgerungeen, die man aus den Stirnhirnexstirpationen ziehen zu können meinte als auch gegenüber den Resultaten der Rindenreizung. Was den ersten Punkt betrifft, so erinnere man sich unsres Nachweises (S. 324), dasz es eher Regel als Ausnahme ist, dasz mit jeder Stirnhirnläsion ein malazischer Herd im Globus pallidus einhergeht, und deshalb vielleicht niemals eine das Striatum unberührt lassende Schädigung zustande kommt. Und was die Reizungsversuche anbetrifft, so überzeugt man sich bei der Nachprüfung der MUNK'schen und OBREGIA'schen Studien davon, dasz hier die mit der Rindenreizung einhergehende Reizung des Striatums sehr verwirrend gewirkt haben musz.

Unseren Beobachtungen zufolge wissen wir, dasz *Pallidumabtragung* dauernde konjugierte horizontale Deviation nach der kranken Seite und zugleich Rollstellung nach der gesunden Seite hervorruft. Das bedeutet also, dasz faradische *Reizung* desselben Gebildes konjugierte horizontale Deviation nach der *gesunden*, und Rollstellung der Augen nach der *kranken* Seite hervorrufen musz, und in der Tat werden die oft verwirrt aussehenden Resultate der Forscher mehrfach erst dann verständlich, wenn man an diese Verhältnisse, welche den Autoren anscheinend unbekannt waren, denkt. Von den Klinikern, die sich der inneren Schwächen des Lehrgebäudes völlig bewuszt waren, nenne ich SAENGER [1]), der noch in letzterer Zeit „die Frage nach der Lokalisation der konjugierten Ablenkung als nicht gelöst" erachtete. Klinische Erfahrungen haben ihrerseits nicht die Bedeutung des Gyrus angularis für die Augenbewegungen bestätigt. MINKOWSKI [2]) hat mit Recht darauf hingewiesen, dasz man nicht berechtigt sei, die Occipitalwindungen als ein Zentrum für Augenbewegungen anzusehen, denn wie auch ROUX [3]), BECHTEREW und DANILLO viel früher bemerkt hätten, beträfe auch die Reizung hier ein sensorisches Zentrum; die Augenablenkung sei blosz eine reflexartige Reaktion („als ob das Tier auf der

---

[1]) SAENGER: Nervenheilk., Bd. 70, 1920, S. 94.

[2]) MINKOWSKI: Pflüg. Arch., Bd. 141, 1911, S. 309.

[3]) ROUX: Archives de Neurologie, 1899.

anderen Seite etwas sehe"). Der Einflusz der Reizung der vorderen Hirnteile auf einen präexistenten Spülnystagmus ist denn auch ein positiver, viel stärker als die Reizung der occipitalen Teile. Auch RIZZO [1]), der die Strychninmethode von BAGLIONI und AMANTEA benützte, weist nachdrücklich auf diese Unterschiede hin.

Nach dem 1914 erfolgten Nachweis, dasz der Globus pallidus ein tertiäres supra-vestibuläres oculomotorisches Zentrum ist, hätte die ganze Frage einer erneuten Untersuchung unterzogen werden müssen. Wenn man aber sieht, wie sehr man gezögert hat, diese neue anatomisch-physiologische Erfahrung anzuerkennen, dann braucht man sicht nicht zu wundern, dasz diese Nachprüfung noch keineswegs erfolgt ist. Wenn wir sehen, dasz die Bedeutung des Pallidum als supra-vestibuläres und deshalb auch oculomotorisches Zentrum nur von VOGT, RIESE und E. POLLAK [2]) anerkannt wird, und dasz anderseits nur TERRIEN, LAPERSONNE und CANTONNET, TILNEY und RILEY die Commissurkerne in ihre Augenbewegungsschemata aufgenommen haben; wenn wir dagegen bemerken, dasz alle anderen Autoren streng den althergebrachten Ansichten über die corticalen Zentren und den Abduzenskern anhängen, so müssen wir doch feststellen, dasz von einer richtigen Nachprüfung in klinischem Sinne noch kaum die Rede sein konnte. Glücklicherweise fängt die jüngere amerikanische Neurologenschule (u.a. MORGAN, PAPEZ) in letzterer Zeit vielfach an, die grundlegenden Versuche nachzumachen und zu bestätigen. Die Annahme SPIEGELS und SOMMERS [3]), die Blickbahn wirke via die Vestibulariskerne auf die Augenmuskelkerne, bedeutet auch schon, der Abduzenskerntheorie gegenüber, einen gewissen Fortschritt. Wir sehen, dasz das, was in die Lehrbücher über angebliche corticale Zentren für die konjugierte Deviation von Kopf und Augen übergegangen ist, einer etwas schärferen Kritik kaum standhalten kann. Trotzdem man annehmen kann, dasz jedes sensorische corticale Zentrum auf eine gewisse faradische Reizstärke mit konjugierter Deviation beantwortet [4]), musz auf alle Fälle ein ganz andrer Bewegungsmechanismus für die Augenbewegungen anerkannt werden, und jeder Vergleich desselben mit der pyramidalen Motilität zurückgewiesen werden. Die Deutung der Tierversuche sowohl mit Ausschaltung von Vorderhirnteilen als mittels elektrischer Reizung erscheint dringend revisionsbedürftig in Hinsicht auf die genannten neueren Erfahrungen. Was die operativen Eingriffe in das Vorderhirn angeht, so ist der Tatsache Rechnung zu tragen, dasz jeder mit Blockierung der vorderen Hirnarterie einhergehende Eingriff eo ipso in vielen Fällen, wenn nicht in allen, den vorderen Abschnitt des Pallidums — ein tertiäres vestibuläres Zentrum, sicherlich auch

---

1) RIZZO: Riv. oto-neuro-ophthalmologica, 1925, II, S. 138.

2) E. POLLAK. ALEXANDER und MARBURGs Neurologie des Ohres, III, 1926, S. 27,.

3) SPIEGEL und SOMMER: Ophthalmo- und Oto-Neurologie, 1931.

4) Ebenso wie ausgedehnte Cortexausschaltung, wenigstens der Occipitalregion (STENVERS, CORDS), das Zustandekommen des optischen Nystagmus verhindert.

von oculomotorischer Bedeutung (vergl. SS. 87, 122, 202, 439) — ausschaltet; bei jedem elektrischen Reizversuch wird man sich die Frage stellen müssen: wieviel beruht auf Reizung der Hirnrinde selbst, wieviel auf Reizung der striären Kerne und derjenigen der Commissura posterior?

Da u.A.n. die Geschichte der corticalen Augenbewegungen uns dazu führt, immer mehr die Berechtigung einer corticalen Lokalisation anzuzweifeln, wird man den Arbeiten, die sich auf diesem unsicheren Untergrund aufbauen, die nötige Skepsis entgegenbringen. SPIEGEL und TESCHLER [1]) haben sich gefragt, wie denn genauer die „cortico-oculomotorische Bahn" verliefe. Fuszend auf den treffenden und in gewissem Sinne wohl richtigen Ansichten SPITZERs: jedes H.L.B. führe die Erregungen für die assoziierten Augenbewegungen nach seiner Seite und die Pyramidenbahn benütze wohl das H.L.B. ebenso wie die labyrinthären Impulse, haben die Autoren sich zu weitgehender Spekulation verleiten lassen; dabei übersehen sie, dasz die anatomisch-physiologischen Beobachtungen keinen Zweifel lassen; 1. dasz das erste SPITZER'sche Diktum nur richtig ist, wenn man im Auge behält, dasz es die *aufsteigende* sekundäre vestibuläre Bahn ist, deren Durchschneidung die Manegebewegung nach der gesunden Seite herbeiführt [2]), und 2. dasz die Grundlage der zweiten Behauptung — Verlauf der willkürlichen horizontalen Augenbewegungsbahn in der Pyramidenbahn — keineswegs festgestellt worden, sondern eine blosze Annahme ist, die sei DUVAL und LABORDE immer hinfälliger geworden ist. Kein Wunder, dasz auf solch schwachen Grundlagen beruhenden Konstruktionen wie denen SPIEGELs und TESCHLERs keine wirklich aufklärende Bedeutung zuzubilligen ist.

Ungeachtet ihrer vorzeitigen Schluszfolgerungen ist den Versuchen dieser Autoren gewisses Interesse nicht abzusprechen. Wir danken ihnen den Nachweis, dasz Faradisation des Vorderhirns nicht mehr horizontale Augenbewegungen auslöst, wenn beiderseits ein Schnitt in die Vestibulargegend angebracht worden ist; woraus man, wie mir scheint, schlieszen kann, dasz für eine erfolgreiche Reizung des Vorderhirns die Unterhaltung eines gewissen vestibulären Tonus Voraussetzung ist. Auch haben die Autoren den Nachweis erbracht, dasz (§ 3, S. 161) als Folge ungleicher Läsionen der vestibulären Gegend Dissoziation von Kopf und Augenbewegungen ausgelöst werden kann. Schlieszlich scheinen diese Versuche den Beweis zu liefern, dasz den vertikalen Augenbewegungen durch Reizung des Vorderhirns (ev. des Neostriatums?) nicht durch laterale Einschnitte in die Medulla oblongata Abbruch getan wird. Im selben Band des Pflüger'schen Archivs [3]) findet man eine Abhandlung G. SCHUBERTs, der als Folge der faradischen Reizung beim Hunde entgegengesetzte Augenbewegungen (das gleichseitige Auge nach unten, das gegenseitige nach oben) beobachtet hat. Wenn wir uns erinnern, wie nach Läsion des rechten Pallidums das linke Auge nach unten, das rechte Auge nach oben geht (bei Reizung ein genau entgegengesetzter Effekt), und dabei bedenken, dasz niemals bis jetzt von der Rinde diese HERTWIG-MAGENDIE-Stellung ausgelöst wurde, werden wir es für wahrscheinlich erachten, dasz hier Stromschleifen durch das Pallidum in Betracht kommen.

---

[1]) SPIEGEL und TESCHLER: Pflüg. Arch., 222, 1929, S. 359.

[2]) MUSKENS: Brain 1914.

[3]) G. SCHUBERT: Pflügers Arch., 222, 1929, S. 765.

Den rezenten, an groszem Materiale durchgeführten Untersuchungen M. VOGTS[1]) verdanken wir den Nachweis, dasz beim Affen eine durch Kaltspülung der Ohren herbeigeführte Deviation und Nystagmus leicht durch Reizung (mittels Sinusströmen) der Hirnoberfläche überwunden werden. Obwohl die Autorin der Möglichkeit der Reizung subcorticaler Gebilde nicht übersieht, glaubt sie diesen Einwand durch BUBBNOFF und HEIDENHAINS Untersuchungen widerlegt. Hier möchte ich aber die Frage stellen: Hat die Autorin genügend dem Umstand Rechnung getragen, dasz zwar B. und H. jenen Beweis für die Motilität der Extremitäten lieferten, nicht jedoch für die Augenbewegungen, deren Mechanik doch ganz anders organisiert ist?

§ 3. Folgen direkter elektrischer Reizung der tieferen Gebilde.

Während anderswo (S. 315) die Phänomene geschildert wurden, welche infolge Reizung des Striatums auftreten, soll hier gezeigt werden, was Reizung der andren benachbarten Teile des Hirnstammms uns gelehrt hat. Zunächst müssen hier ADAMUKS Beobachtungen in DONDERS' Laboratorium [2]) und TOPOLANSKIS Versuche [3]) genannt werden. ADAMUK glaubte feststellen zu können, dasz Reizung des Corpus quadrigeminum anterius horizontale Augenbewegungen nach der anderen Seite hervorrufe, welche Bewegung nach dem Mittellinienschnitt (durch die Commissura posterior) nur auf der gereizten Seite auftraten. Mediane Reizung mehr nach hinten ergab Augenbewegung nach oben mit Pupillenerweiterung. Wenn er die Elektroden tief einbohrte, bekam ADAMUK Augenbewegung nach unten mit Konvergenz. Dagegen glaubte TOPOLANSKI, dasz Reizung der vorderen Vierhügel aber auch des vorderen Abschnitts der Brachia corporis quadrigemini, selbst mit stärkeren Strömen, belanglos für die Augenbewegungen sei. Dagegen fand er, als er die Hintere-Längsbündelgegend rechts reizte, horizontale Augenbewegungen nach rechts und Rollbewegung nach links — also Erscheinungen, welche eine Richtung zeigten, die derjenigen, welche ich bei *Durchschneidung* des rechten Hinteren Längsbündels beobachtete (vergl. S. 89), genau entgegengesetzt war, aber gleich gerichtet war mit der Zwangsstellung, welche HINSEY und INGRAM [4]) durch direkte Reizung des Tegmentums erhielten — wohl als Folge gleichzeitiger Reizung des H.L.B. Aus der Beschreibung TOPOLANSKIS ist zu schlieszen, dasz eine Reizung rechts, oral von der hinteren Commissur, Augenbewegungen auslöst, die denjenigen, welche die Reizung des rechten H.L.B. auslöst, entgegengesetzt sind. Kurz, wir finden hier eine erfreuliche Bestätigung unserer Durchschneidungsresultate (mit nachfolgender Marchifärbung der Schnitte) durch die Reizmethode.[4]) Denn wir bekamen Manegebewegung und konjugierte Deviation nach der Seite, auf welcher die pallido-commissurale Verbindung durchschnitten war. Wenn TOPOLANSKI FERRIERS „Zentrum für konjugierte Deviation" im Vorderhirn des Kaninchens reizte, fand er ein früheres Auftreten und Überwiegen der Kontraktion des Rectus internus, was später von SHER-

[1]) M. VOGT: Jnl. f. Psychologie, Bd. 45, 1933, S. 298.
[2]) ADAMUK: Zentralblatt f. med. Wissensch., 1870, und Arch. f. Ophthalm., Bd. XXIV.
[3]) TOPOLANSKI: Graefes Arch. f. Augenheilk., Bd. 46, S. 452.
[4]) HINSEY und INGRAM: Arch. of Neurol. a. Psych., Sept. 1932.

RINGTON und LEYTON für Affen bestätigt wurde, und auch — mittels besonderer graphischer Registration — längere Dauer ihrer Kontraktion. Sie bestätigen KNOLLs Befund [1]), dasz ein viel stärkerer Strom zur Erzielung der konjugierten Deviation erforderlich ist, als derjenige, welcher zur Reizung der motorischen Zone benötigt ist, weshalb er der Meinung ist, Stromschleifen durch tiefere Teile lägen der Erscheinung zugrunde. Nach PRUS [2]) spielt die Pyramidenbahn keine Rolle bei den Lauf- (und Augen)bewegungen, denn nach beiderseitiger Durchschneidung dieser Bahn sah er ebenfalls diese Bewegungen bei Reizung der tieferen Teile. LO MONACO [3]) fand bei solcher tiefen Reizung nach Durchschneidung des Balkens und Vernichtung der inneren Abschnitte des Thalamus: Kopf (und Augen?) nach unten gerichtet, ZIEHEN [4]) dabei Hebung des hinteren Teils des Körpers, Senkung des vorderen. LUCIANI [5]) bestätigt TOPOLANSKI und BERNHEIMER, wenn sie die Bedeutung der vorderen Vierhügel für die Augenbewegungen leugnen. GRAHAM BROWN [6]) bestätigt mit der unipolären Reizmethode die TOPOLANSKI'schen Versuche: Kopf (und Augen) stellen sich während Reizung des rechten H.L.B. in Rollstellung nach links. Auch ist dabei der Nacken konkav nach rechts gerichtet — was vollständig mit meiner Angabe übereinstimmt. Durchschneidung des rechten hinteren Längsbündels ergibt: Rollung nach rechts und Manege nach links. Wenn G. BROWN seine Reize mehr oralwärts applizierte, bekam er — ebenfalls in vollkommener Übereinstimmung mit meinen Durchschneidungsversuchen — genau entgegengesetzte Bewegungen. Man kann sagen, dasz die vorher scheinbar einander widersprechenden Angaben über die Ergebnisse der Reizversuche nach den neueren Erfahrungen über die Physiologie der Zwangsbewegungen und Zwangsstellungen bei dem jetzigen Stand unserer anatomischen Kenntnisse als völlig übereinstimmend angesehen werden können. Auch die bei Reizung der tieferen medianen Abschnitte (wohl der zentralen grauen Substanz) auftretenden vertikalen Augen- und Körperbewegungen stehen — wie wir schon oben bemerkten — jetzt zu unseren Ansichten (S. 178) keineswegs im Gegensatz.

§ 4. Hat die Anatomie irgendwelche cortico-nucleären Bündel für die Augenbewegungen festgestellt?

In seiner neuen, die augenblickliche Lage dieses Problems richtig beurteilenden Arbeit bemerkt SPILLER [7]): „Niemand zweifelt daran, dasz die koordinierten Augenbewegungen in dem Cortex repräsentiert sind". Unmittelbar darauf führt er Autoren an, die mehr oder weniger starke

1) KNOLL: Sitz.ber. d. Kais. Akad. der Wissensch., XCIV, Bd. III, Okt. 1886.
2) PRUS: Wiener Klin. Woch.schr., 1899, S. 1109.
3) LO MONACO: Rivista di pathologia nervosa, 1897, S. 358.
4) ZIEHEN: Arch. f. Psych., XXI, S. 863.
5) LUCIANI: Physiologie, IV, 1911, S. 392.
6) GRAHAM BROWN: Jnl. of Physiol., V. 49, 1914, S. 186.
7) SPILLER: Arch. of Neur. u. Psych., 1932, II, S. 251.

Zweifel an der Existenz einer solchen corticalen Willkürbahn für die lateralen Augenbewegungen geäuszert haben, und sagt im gleichen Atemzuge von der Bahn für die vertikalen Bewegungen: „Die corticale Representation für vertikale Bewegungen ist noch gar nicht gefunden" („has eluded detection"). Mit diesen wenigen Worten scheint mir die heutige Situation ziemlich deutlich geschildert. Geschichtlich knüpft die Frage nach der Willkürbahn für die Augenbewegungen eng an die Suche an nach einer Reizzone für die koordinierten Augenbewegungen in der Groszhirnrinde, die an andrer Stelle behandelt worden sind (S. 479). Die irritierende Unwissenheit darüber, wie denn die wichtigste Motilität unsres Körpers, die Augenbewegungen, zustande komme, hat wohl jeden Neurologen beunruhigt, und es war wohl von seiner zufälligen, sei es physiologischen sei es anatomischen Einstellung abhängig, ob er durch Reizversuche oder aber durch Feststellung cortico-oculomotorischer Bahnen und Hirnherde sich Klarheit schaffen wollte. Kein Wunder ist es denn auch, dasz schon die Pioniere des motorischen Cortex, FRITSCH und HITZIG und FERRIER, der festen Überzeugung waren, dasz die Willkürinnervation der Augen unmöglich in der gleichen Weise wie die sonstigen willkürlichen Muskelbewegungen lokalisiert sein könnten. Erst eine tiefgehende Untersuchung der Anatomie und Physiologie der Zwangsbewegungen hat seit 1914 dazu geführt, die obigen erstgenannten SPILLER'schen Voraussetzung anzuzweifeln. Die Frage erhob sich, ob denn die Willkürinnervation der Augenbewegungen nicht in grundsätzlich anderer Weise zustande komme, und zwar ob sie nicht hauptsächlich vom Striatum abhängig sei. Die anatomischen Untersuchungen VOGTs und RIESEs und der jüngeren amerikanischen Pleiade, MORGAN [1]), PAPEZ, GRAY [2]) und ALLEN [3]) haben wohl die Existenz der pallido-commissuralen Bahnen (d.h. der zu- und abführenden Bahnen zwischen Pallidum einerseits und Nuc. commissurae posterioris und Nuc. interstitialis anderseits), sowie die Endigungen des Tr. strio-bulbaris in den motorischen Kernen des N. trigeminus und des N. hypoglossus sicher gestellt, m.a.W. die doch immer fragliche corticale Bahn zu den Augenmuskelkernen oder deren supra-nucleären Kernen verlor an Bedeutung; das Pallidum gewann übrigens überhaupt an Wichtigkeit.

In Übereinstimmung mit den damaligen Ansichten hatte BERNHEIMER [4]) an Affen eine die Gegend des Gyrus angularis mit dem Tectum verbindende Bahn nachgewiesen, glaubte sogar Verbindungen mit dem (näml. gekreuzten) H.L.B. gefunden zu haben. Vikarierend mit dieser Bahn sollten auch die occipitalen Windungen eine derartige Verbindung besitzen. Nach Schnitt durch die Mittellinie erhielt er keine koordinatorischen Augenbewegungen. Auch BERNHEIMER erkennt klar, dasz der zur fara-

---

[1]) L. O. MORGAN: Archives of Neur. a. Psych., 1927, Vol. 18, S. 495—549.

[2]) L. P. GRAY: Jnl. Comp. Neur., 1926, Vol. 41, S. 319.

[3]) ALLEN: Jnl. Comp. Neurol., 1924, Vol. 36, S. 406.

[4]) BERNHEIMER: Arch. f. Ophthalm., Bd. 57, 1901, und K.K. Akad. der Wissensch., Naturwiss. Klasse, Bd. CVIII, 3.

dischen Reizung der genannten corticalen Stellen erforderliche Strom viel stärker sein muszte als derjenige, welcher für die Reizung der motorischen Zone benötigt wurde; SILEX, GERWER sowie PILTZ [1]) und BERL [2]) konnten ihrerseits diese Feststellungen nur unterstreichen. Auch in der Lamina medullaris interna thalami und FORELs H.-Bündel und in den III- und IV-Kernen glaubte man direkte corticale Endigungen feststellen zu können. SPITZER dachte an direkte corticale Verbindungen mit dem H.L.B. Demgegenüber fanden BEEVOR, HORSLEY [3]) und CHIARUGGI, dasz zwar pallidotectale Bahnen gefunden werden, dasz aber gar keine mesencephalen Verbindungen mit der Rindenzone existierten, welche doch vor allem mit den Augenbewegungen zu tun hätten, bes. zwischen den frontalen Hirnzonen und den Augenmuskelkernen; und DEJERINE und SCHWEIGOFFEN sahen die frontale Bahnen nach CASTALDI stark zerstreut, hauptsächlich in der Capsula interna verlaufen. Bei solchen einander widersprechenden Ergebnissen bedeutete BERNHEIMERs und MONAKOWs Annahme, dasz zwar direkte cortico-nucleäre Verbindungen nicht beständen, dasz man sich aber Schaltzellen denken könnte, welche die gesuchten Verbindung herstellten, einen Ausweg, einen „Deus ex Machina". Hiermit schienen wenigstens BACHs, RIGHETTIs und SEGGELs Schwierigkeiten umgangen. Eine so schwach begründete Konstruktion konnte auf die Dauer der Kritik nicht standhalten, ebensowenig wie die DEJERINE'sche Annahme der aberrierenden Pyramidenbündel, welcher noch unlängst WINKLER [4]) und SPILLER neues Leben einzuflössen versuchten. Und aufs neue haben BIANCHI [5]) und CASTALDI [6]) das vorhandene Material gesichtet und festgestellt, dasz die Corpora quadrigemina anteriora mit den tegmentalen Kernen verbunden sind und mittels Collateralen mit den H.L.B. und III- und IV-Kernen; anderseits stehen die frontalen Windungen mit den medialen und den lateralen Thalamuskernen sowie mit dem Stratum reticulare thalami und der Substantia nigra in Verbindung. CASTALDI erkennt (nach seiner Zeichnung auf S. 9) die Existenz des Tr. interstitio-spinalis und die Verbindung des Pallidums mit dem Nuc. commissurae posterioris an, spricht aber nicht über den für die horizontalen Augenbewegungen so wichtigen Tr. commissuro-medullaris. D'HOLLANDER [7]) beschreibt zwei corticale Faserverbindungen der frontalen Windungen mit den vorderen Vierhügeln und sieht in dem Nuc. posterior thalami (= Prätectum) ein wichtiges Glied, ein motorisches Organ („organe moteur, à la fois de relai et de transmission"); alles Angaben, die der Nachprüfung noch bedürfen.

---

1) PILTZ: Arch. d. Neurol., 1900, S. 167.
2) BERL: Obersteiners Untersuchungen VIII, 1902, S. 312.
3) BEEVOR und HORSLEY: Brain, XXV, 1902.
4) WINKLER: Opera omnia Manuel de Neurologie, 1927, Vol. 8, S. 16.
5) BIANCHI: La meccanica del cervello, Milano 1920, S. 239.
6) CASTALDI: Lo sperimentale, 1922, Bd. 76, S. 22.
7) D'HOLLANDER: Archives de Biologie, Bd. 32, 1922, S. 251.

Terrien [1]), Lapersonne und Cantonnet [2]) glauben, im Anschlusz an Grassets und Dejerines Ausführungen, dasz nach alledem die Willkürbahn anatomisch genügend bekannt sei, sind aber trotz dieses Irrtums die ersten Augenärzte, welche in ihren Schemata den Nuc. commissurae posterioris und Nuc. interstitialis bestätigen, wenn ihnen auch deren Bedeutung für die Augenbewegugnen nicht klar wird.

Interessant ist weiter, dasz Lapersonne und Cantonnet in ihrer Fig. 39 ziemlich genau die Scheidungslinie zwischen den cerebralen und pontinen Formen der Blicklähmung andeuten.

All diesen Autoren, auch Wilbrand und Sänger, ist noch immer der VI-Kern der Angriffspunkt einer etwaigen willkürlichen Augenbewegungsbahn, bei welcher Annahme man aber, ohne mehrfache Kreuzungen der vermuteten Bahn anzunehmen, nicht auskam (Duane, Lütz, Marquez [3]).

Anhang. Diskussion über das sogenannte supra-nucleäre Blickzentrum.

Weil die Diskussion über die Willkürbahn sehr wenig befriedigend verlief und so gut wie resultatlos blieb — solange man sich ausschlieszlich auf die *klinischen* Studien der Blicklähmung beschränkte — bleibt die Frage offen, ob denn ein supra-nucleärer Kern für die Augenbewegungen angenommen werden musz. Während Dejerine als supranucleäres Gebilde die vorderen Vierhügel annahm, vermuteten es andre (Claude, Levy Valensi) im Mesencephalon. In Hinsicht auf die gewaltige Bedeutung, die man dem Abduzenskern auf Grund der anatomische Befunde zuschreiben zu müssen glaubte, sahen viele den VI-Kern selbst oder den Abduzensbeikern (Winkler), als den mutmaszlichen Suprakern an. Brunner und Bleier erkennen keineswegs ein supranucleäres Blickzentrum an und erklären alle Versuche die Blickbahnen festzustellen für aussichtslos, weil die Blickbahnen weit auseinander und zersplittert verliefen und von vielen Schaltzellen unterbrochen seien; eine Behauptung, für welche diese Autoren jedoch den Beweis schuldig bleiben. Wenn weiter Spiller und Lütz ebenso wie Barré und seine Mitarbeiter die Existenz eines solchen Suprakerns leugnen, weil er nicht gefunden wurde, und weil man ohne eine solche Annahme auskomme, so musz diesen Autoren doch entgegengehalten werden, dasz es nur in Übereinstimmung mit unseren sonstigen physiologischen Kenntnissen, ist, dasz zwischen dem Willkürbahn und einem peripheren motorischen Kern ein koordinatorisch wirksames Gebilde eingeschaltet ist.

Spiller bemerkt dazu, man könne doch auch mit beiden Armen eine gleiche laterale Bewegung machen, ohne einen besondren lateralen Bewegungskern; gegen eine solche Auffassung musz man aber einwenden, dasz die relativ rohe gleichzeitige Bewegung der Arme in keiner Weise mit der konjugierten Augenbewegung vergleichbar ist, die

[1]) Terrien: Presse médicale, 14 Dez. 1921.
[2]) Lapersonne und Cantonnet: Manuel de Neurologie oculaire, 1923.
[3]) Marquez: Rev. oto-neuro-ophtha., 1931, S. 350.

mit ihrer Feinheit des Zusammenspiels, der Abstufung, der Schnelligkeit, des Ausmaszes einzigartig dasteht (vergl. FLEISCHHAUER, S. 271).

Mir will es scheinen, dasz ausschlieszlich die einschlägige Untersuchung hier Klarheit bringen kann und dasz man sich vor im voraus konstruierten Meinungen hüten soll. Es ist darauf hinzuweisen, dasz man sich im Falle einer VI-Wirkung kaum vorstellen kann, wie denn ein solcher Abduzenskern zugleich den Seiten- und den Konvergenzbewegungen vorstehen soll. Die Tatsache, dasz wir in der Klinik diese beiden Funktionen unter dem Einflusz von Herden im Pons dissoziiert finden können, macht es ebenfalls schwer uns das Zustandekommen der koordinierten lateralen Augenbewegungen ohne die Annahme eines supra-nucleären Kerns für diese Funktion zu denken.

Wenn wir nun fragen: welches Licht werfen die anatomisch-physiologischen Ergebnisse auf diese Frage? dann hat man zu unterscheiden die Augenbewegungen einerseits in der *horizontalen* und *frontalen* Ebene, andererseits in der *vertikal*en Ebene. Für die Manege- und Rollbewegung fanden wir unzweideutig den Nuc. commissurae posterioris und den Nuc. interstitialis als übergeordnete Zentren. Denn die Durchschneidung (oder Degeneration) der *auf*steigenden Anteile zwischen Deitersgegend und Oculomotoriuskern führte unabänderlich Manege- und Rollbewegung herbei; dagegen nach einer Läsion in der Gegend der Commissura posterior sieht man, dasz diese Zwangsbewegungen umgekehrte Richtung zeigten, sobald diese *Kerne selbst* verletzt wurden (erkennbar durch Degeneration der betreffenden im H.L.B. absteigenden Bündel). Diesen Commissurkernen übergeordnet finden wir noch verschiedene Abschnitte des Globus pallidus.

Anders liegen die Verhältnisse für die *vertikalen* Bewegungen. Hier fanden wir, dasz das H.L.B. wahrscheinlich gar keinen Einflusz ausübt. Hier wurde es wahrscheinlich gemacht, dasz eine Läsion der die unteren Oliven mit dem Neostriatum verbindenden Bahnen vertikale Störungen des Körpers verursacht, aber es wurden keine ausgesprochenen Symptome seitens der Augen beobachtet, höchstens ein vertikaler Nystagmus. Die betreffenden Versuche führten zu der Annahme, dasz lediglich eine Unterbrechung der Bahnen, die vom Neostriatum (näml. Caudatum) zu dem Augenmuskelkern absteigen, ausgesprochene vertikale Augenbewegungsstörungen (d.h. Zwangsstellungen) hervorbringt; vergleichend-anatomische und pathologische Daten machen es wahrscheinlich, dasz die grauen Kerne die gesuchten Zwischenstation sind. Hat man sich demzufolge das zentrale Grau mit dem Neostriatum als einen supra-nucleären Komplex für die *vertikalen* Augenbewegungen zu denken, der ev. auszerdem noch andren ev. corticalen Zentren untersteht? Weder eigene Versuche, noch die wenigen in der Literatur niedergelegten Erfahrungen geben auf diese Fragen eine klare Antwort; unserer jetzigen Vorstellung nach läge blosz eine mittelbare Faserverbindung mit der Rinde im Bereich der Möglichkeit und zwar via die Thalamuskerne. Es liegt im Wesen eines übergeordneten koordinatorischen Kerns, dasz die von ihm ausgehenden Impulse

in richtig dosierter Weise den Erfolgsorganen zugeteilt werden. Um so schwerer verständlich sind die Beobachtungen von BIELSCHOWSKY [1]) und LÜTZ über Blicklähmungen, bei welchen nur der M. rectus internus gelähmt war, nicht der zugehörige M. rectus lateralis. Vielleicht können wir diese Fälle besser verstehen, wenn wir uns erinnern, dasz SHERRINGTON, BARTELS u.a. in ihren corticalen Reizversuchen die Beobachtung machten, dasz die faradischen Reizungen des Groszhirns stärkere und früher einsetzende Auswirkung auf den Rectus internus als auf den zugehörigen Rectus lateralis hatten. Auch WERNICKEs Beobachtung [2]) einer langsam erfolgenden Ausschaltung eines Herdes (der wohl beide H.L.B. betroffen haben mag) ist dabei von Interesse: nacheinander glaubte WERNICKE gefunden zu haben: erst Lähmung des rechten M. rectus externus, dann des linken Rectus internus; weiter des linken Externus, dann des rechten Internus. Trotz der unzweifelhaft auszerordentlich feinen Koordination der lateralen und internen Recti würde nach diesen Beobachtungen ein stärkerer Einflusz des H.L.B. auf den Externus als auf den Internus anzunehmen sein. Für die supra-nucleären Blickzentren für die vertikalen Augenbewegungen siehe S. 271.

§ 5. Klinische Erfahrungen über Groszhirn- resp. Rindeneinflusz auf die Augen und Kopfbewegungen.

Da die Physiologie, unsicher tastend, wenig oder keinen Fortschritt im Problem der konjugierten Deviation zeitigen konnte, so liegt es uns ob, zu prüfen, ob die Beobachtungen an kranken Menschen hier von Nutzen sein können. Trotzdem CHARCOT und PÎTRES [3]) an einem groszen Krankenmaterial auf der Suche nach corticalen Zentren für die konjugierte Deviation von Kopf und Augen hauptsächlich zu negativen Resultaten kamen, blieb LANDOUZY der Meinung, dasz früher oder später sich ein klinischer Fall mit einem lokalisierten Prozesz bei der Autopsie finden würde, wodurch solche Zentren auszer Zweifel würden gestellt werden — eine Voraussagung, die jetzt, nach einem halben Jahrhundert, sich nicht bestätigt hat. Ja, man musz gestehen, dasz die im Verlauf der Zeit unternommenen Versuche, die pathologischen Erfahrungen für das Problem der konjugierten Deviation zu benützen, nicht nur scheiterten, sondern auch auf längere Zeit Verwirrung gestiftet haben. Ich erinnere an solche Versuche ZUR VERTHS, HORSLEYS, SAHLIS; namentlich des Falles WERNICKES [4]) ist auch zu gedenken, weil auf dessen Autorität hin das obere Scheitelläppchen längere Zeit als eins der gesuchten Zentren angesehen wurde. Hier fand sich ein Herd, der aber auch das Striatum nicht unberührt gelassen hat. Einem scharfen Beobachter wie WERNICKE ent-

---

[1]) BIELSCHOWSKY: Ophthalm. Gesellsch., Heidelberg 1902, S. 164.

[2]) WERNICKE: Deutsch. Med. Woch.schr., 1880, S. 86.

[3]) CHARCOT und PÎTRES: Revue de Méd., 1883 und Les centres corticales de l'homme, 1893.

[4]) WERNICKE: Arch. f. Psychiatrie, XX, S. 260.

ging es nicht, dasz der Kranke Neigung zeigte, nach der gesunden Seite zu fallen; er notierte es viermal. Aus diesem Umstand kann man nach den jetzt vorliegenden Ergebnissen (Brain, 1914, S. 420) den Rückschlusz ziehen, dasz auch das Pallidum in Mitleidenschaft gezogen war, und die Veränderungen des Scheitelläppchens mit der im Leben beobachteten konjugierten Deviation nichts zu tun hatten. Auch der Fall SAHLI kann der Kritik nicht standhalten. Weil in diesem Falle ein Abszesz in den frontalen Windungen vorhanden war (neben Abszessen im Kleinhirn), kann man diesem Falle unmöglich Bedeutung für die uns beschäftigende Frage (PERMERVAN [1]) beimessen. Ebensowenig können DUDLEYS Tumor [2]), die Fälle MINGAZZINIS [3]), der, soweit mir bekannt, nicht anatomisch untersuchten Fall TOUCHES [4]) mit subcorticaler Blutung, noch der Fall NOETHES [5]) für die Lösung dieses delikaten Problems in Frage kommen.

Der gröszte Fortschritt war zu erwarten von der in späteren Zeiten so vollendeten faradischen Reizung des Cortex während Hirnoperationen. Hier wurde aber nichts weiter bekannt als die Bestätigung von LEYTON und SHERRINGTONS These, dasz „bei den Anthropoiden kein Fokus in den präzentralen Cortexarealen bestehe, welcher die Augenbewegungen in derselben direkten Weise repräsentiere wie das der Fall ist mit den Bewegungen der Hand, des Gesichts usw." [6]) Noch unlängst hat FOERSTER [7]) seine Beobachtungen dahin zusammengefaszt, dasz er beim Menschen ein frontales Adversivfeld anerkennt, das dem Felde 6 a B. VOGTS entsprechen soll, und am Fusze der 2. Stirnwindung ein Augenfeld „durch ein schmales, zum frontalen Adversivfeld gehöriges Band getrennt". Von den occipitalen Windungen aus hat er nie konjugierte Deviation erhalten, wohl aber von der temporalen Zone. Obwohl WENDEROWIK [8]) ihm zuzustimmen geneigt ist — auf Grund eines wenig überzeugenden Falles — haben diese Beobachtungen von andren Seiten noch keine weitere Bestätigung erfahren.

Eine weitere Methode, die, wie wir sahen, schon von PRÉVOST benutzt wurde, und später von UHTHOFF, besteht darin, dasz man in einer Serie von Fällen mit lokalisierten Herden (worunter viele Apoplektiker) diejenigen Fälle ausliest, welche während des Lebens konjugierte Deviation zeigten und dann auf Hirnschemata den Umfang der Läsion einträgt. Während PRÉVOST ganz bestimmt bemerkte, dasz ausschlieszlich Herde im Striatum mit lateraler konjugierter Deviation einhergingen, kam UHTHOFF, dem PRÉVOSTS Beobachtungen unbekannt waren, zu dem Schlusz,

---

[1]) PERMERVAN: Lancet, 1890, II, S. 278.
[2]) DUDLEY: Brain, IX, 1889, S. 503.
[3]) MINGAZZINI: Riv. Speriment., 1901, S. 72.
[4]) TOUCHE: Soc. de Neurol., 6 Dez. 1900.
[5]) NOETHE: Deutsche Med. Woch.schr., 1915, S. 12, 17.
[6]) LEYTON und SHERRINGTON: Quarterly Jnl. of Exp. Physiol., 1917, S. 170.
[7]) FOERSTER: Nervenheilk., Bd. 89, 1926, S. 142.
[8]) WENDEROWIK: Arch. f. Psych., Bd. 84, 1928, S. 765.

dasz in den Fällen mit konjugierter Deviation die „groszen Ganglien" (er meint wohl Striatum) in den Prozesz einbezogen waren.

In späteren Jahren fahndet man vergebens unter den Publikationen von Nervenärzten und Augenärzten nach einem Beweis, dasz die anatomo-physiologische Anschauung, dasz die koordinierten Augenbewegungen in Verbindung mit den Zwangsbewegungen ständen und abhängig von den Commissurkernen und dem Pallidum seien, in diesen Kreisen Anklang gefunden hätten. Nur LAPERSONNE und CANTONNET, die in ihrem „Manuel de Neurologie oculaire", 1923, die von mir angewiesenen Commissurkerne (Nuc. commissurae posterioris und Nuc. interstitialis) nennen, glauben, dasz diese Kerne zwischen Cortex und dem hinteren Längsbündelsystem eine vermittelnde Rolle spielen müssen. Kein Wunder, dasz wir uns tatsächlich noch in der Phase befinden, die vor langen Jahren von MONAKOW und DEJERINE dahin charakterisiert wurde: dasz wir kaum umhin könnten in dem Cortex des Menschen Zentren anzunehmen, in welchen die verschiedenen Augenbewegungen präformiert vorhanden seien, und dasz es nie gelungen sei, diese nachzuweisen. Inzwischen wurde von verschiedener Seite bes. von französischen Klinikern (GRASSET, BARD) darauf hingewiesen, dasz bei schwereren Hirnläsionen regelmäszig Hemianopsie mit lateraler Blicklähmung (oder aber konjugierter Deviation) einhergehe. BARD und DUFOUR [1]) sind so weit gegangen diese Befunde als Ursache für die Entstehung der koordinierten vom Groszhirn ausgelösten Augenbewegungsstörungen anzunehmen. Der gut untersuchte Fall DEJERINE-ROUSSY [2]) — konjugierte Deviation der Augen bei einer seit Jahrzehnten amaurotischen Person — hat dieser Theorie jedoch jede Grundlage entzogen. Auch die Frage nach den gesonderten Zentren und Bahnen für Kopf- und Augenbewegungen beim Menschen hat von der Publikation auch anatomisch gut untersuchter Fälle (GRASSET [3]), MARIE und GUILLAIN [4]) recht wenig Profit gehabt.

Da wir nicht über die Bahnen unterrichtet sind, brauchen die Diskussionen über das mutmaszliche Hin- und Herkreuzen der augenbewegenden Bahnen kaum besprochen zu werden (GRASSET [5])). Die Ansichten SPITZERS [6]), der annimmt, dasz die Willkürbahn für die Augenbewegungen von dem Cortex zum Zwischenhirnzentrum und von dort kreuzend in das H.L.B. verläuft, ferner BINGS [7]), der dem hinteren Abschnitt der frontalen Windungen und STEINERTS [8]), der der zweiten frontalen Windung eine besondere Bedeutung beimiszt, schlieszlich COP-

[1]) DUFOUR: Rev. Neur., 1904, S. 333.
[2]) DEJERINE-ROUSSY: Rev. Neur., 1905, S. 16.
[3]) GRASSET: Semaine médicale, 1904, S. 153.
[4]) MARIE und GUILLAIN: Rev. Neur., 1902, S. 281.
[5]) GRASSET: Rev. Neur., 1897, S. 322.
[6]) SPITZER: Obersteiners Arbeiten, Bd. 25, 1923.
[7]) BING: Hirn und Auge, 1913.
[8]) STEINERT: Mediz. Klinik, 1908 (nicht von mir in originali gelesen).

PEZ', der die zentralen Windungen für besonders wichtig hielt [1]), sind nicht durch einwandfreie pathologisch-anatomische Befunde gestützt, ebensowenig wie BARTELS' Kriegsbeobachtungen.[2])

§ 6. Die Fixierung des Blickes.

Wenn es auch nicht meine Absicht sein kann, auf die periphere Mechanik der Augenbewegungen einzugehen, so mögen doch einige Bemerkungen hinzugefügt werden, die sich auf das Zustandekommen der Fixierung des Blickes beziehen. TSCHERMAK [3]) kennt Folge- oder Spähbewegungen des Doppelauges, als willkürliche Handlung, um das Sehobjekt zu suchen. REDDINGIUS [4]) bemerkt dabei: beim Sehen (Spähen) ist nur willkürlich: das Lenken der Aufmerksamkeit; im übrigen kommen alle Augenbewegungen als Reflexe zustande. Auf das starke reflektorische Element bei der Blickwendung hat WERNICKE schon die Aufmerksamkeit gerichtet (SS. 108, 206, 275) und ROUX sagt: die willkürliche Augenbewegung ist eine zusammengestellte Reflexbewegung, vergesellschaftet, eingeleitet von der Vorstellung der Augenbewegung und der Illusion: Freie Wahl! Im selben Sinne sprechen auch WIRTHs Ausführungen [5]), der darauf hinweist, dasz wenigstens „beim Verfolgen eines langsam beweglichen Objektes stets zentrale und parazentrale Netzhautstellen erregt werden, wodurch eine Summation von Reizen und damit ein besonders starker Innervationsimpuls erfolgt", ein Vorgang, der von ZEEMAN[6]) als eine auf optischem Wege vervollkommnete Kompensationsverrichtung angesehen wird; und ROELOFS und ZEEMAN betonen, wie zuvor HERING, dasz eine Blickbewegung dadurch ausgelöst wird, dasz ein exzentrisch abgebildeter Gegenstand unsre Aufmerksamkeit auf sich zieht. Durch die Herabsetzung der Aufmerksamkeit soll, ohne Zutun unserseits, die Blickbewegung erfolgen.

Nach dem Prinzip „des grószten Horopters" (HERING [7])) müssen beide Netzhäute stets so gegen einander orientiert sein, dasz möglichst viele Teile der eben betrachteten Aussendungen sich genau oder annähernd im Horopter befinden. Dies ist gültig für ferne Objekte, aber auch für nahe. Beim Fixieren in nächster Nähe treten nach NAGELs und HELMHOLTZ' Versuchen kleine Rollungen der Augäpfel auf. Diese feinen Bewegungen geschehen relativ langsam und setzen sich wahrscheinlich aus horizontalen, rotatorischen und vertikalen Bewegungen zusammen, die die reflektorische Folge des sogenannten „Fusionszwanges" sind. Die Fixierung kommt dadurch zustande, dasz diese Fusions-, zusammen mit den sonstigen,

[1]) COPPEZ: Congrès Société français d'ophthalm., 1913.

[2]) BARTELS: Graefes Archiv f. Ohpthalmol., Bd. 101, 1920, S. 299.

[3]) TSCHERMAK: Bethes Handbuch der Physiologie, Bd. 12, 1929, S. 1047.

[4]) REDDINGIUS: Zeitschr. f. Psych. und Physiol.; die Sinnesorgane, Bd. 21, 1899, S. 420.

[5]) WIRTH: Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. 26, 1911, S. 326.

[6]) W. ZEEMAN: Arch. f. Augenheilk., Bd. 100—101, 1929, S. 5.

[7]) HERINGs Theorie: Siehe auch R. SIMON: Arch. f. Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane, XII, 1896, S. 114.

reflektorischen Bewegungen, Konvergenzbewegungen herbeiführen, wobei beide Blickachsen in eine Ebene fallen, was wohl nie genau der Fall sein wird, schon wegen Skeletanomalien. Als sensorische Eindrücke, d.h. als Bewegungsreize für alle diese reflektorischen Augenbewegungen funktionieren Doppelbilder mit Höhendifferenz, deren Verschwinden möglichst herbeigeführt werden musz. Die Fusionstendenz verhindert einerseits das Schielen, zügelt anderseits die Neigung zum Nystagmus. Der gewaltige Einflusz genügender optischen und labyrinthären Reize, als Vorbedingung für eine richtige Fusion, ist aus einem genauen Studium des latenten Nystagmus zu folgern (v. d. HOEVEN). Man hat mittels Brillen (ein Prisma vor einem Auge) berechnen können, welches Ausmasz die reflektorischen Bewegungen des einzelnen Auges haben können, um mittels jener Reflexe dafür zu sorgen, dasz wo möglich noch *ein* Bild zustande kommt, und zwar welches Maximum im vertikalen Sinne überwunden werden kann und welches im horizontalen Sinne. Das Maximum beträgt ungefähr 6 ° und zwar so, dasz zum Ausgleich der horizontalen Ungleicheit beide Augen mitwirken (ein Prisma von 6 ° wird durch Wendung jedes Auges von je 3° überwunden [1]), während bei einer vertikalen Differenz von 6 ° immer nur ein Auge sich nach dem andren richtet [2]). Auch hier anscheinend wiederum ein prinzipieller Unterschied im Verhalten der horizontalen und vertikalen Augenbewegungen!

Lange hat der Streit getobt ob, nach HELMHOLTZ, diese feine Koordination der Augen angeboren ist, oder aber erworben durch stetige und fortwährende Übung. Die Tatsache, dasz auch bei einer angeborenen Abduzenslähmung die Fixierung durch Anpassung vollständig richtig zustande kommt, spricht wohl für die Richtigkeit der zweiten Ansicht.[3])

Gänzlich unabhängig von diesen reflektorischen Einflüssen sind natürlich die kompensatorischen und statischen Lageveränderungen des Auges, wozu nach TSCHERMAK und FISCHER noch die Lageveränderungen bei Stellungsveränderung des Rumpfes — bei feststehendem Kopf — kommen müssen.[4]) In dem letzteren, reflektorischen Einflusz wird der Leser die Erscheinung erkennen, die wir unter dem Phänomen „Pars pro toto" in diesem Werke beschreiben. Ebenso wie v. d. HOEVEN und DE KLEYN [5]) gezeigt haben, dasz bei jeder Stellung des *Kopfes* im Raum durch Labyrintheinflusz eine bestimmte Augenstellung herbeigeführt wird, so wird in diesem Werke nachgewiesen, dasz zu jeder der sechs Zwangs-

---

[1]) v. d. HOEVE: Ned. Tydschr. v. Geneeskunde 1918, I, S. 800. Die Frequenz der schiefen Kopfhaltung, von Strabismus, von vorausgehenden Konvulsionen der Individuen mit latentem Nystagmus lassen wohl keinen Zweifel, dasz in solchen Fällen anatomische Defekte in den sekundären, auch wohl tertiären, supra-vestibulären Kernen (vor allem in den Nuc. commissurae posterioris) gefunden werden.

[2]) REDDINGIUS: loc. cit.

[3]) Vergl. auch F. B. HOFFMANN und BIELSCHOWSKY: Pflüg. Archiv, Bd. 80, 1900.

[4]) HERINGs Theorie, siehe auch R. SIMON: Arch. f. Psych. und Phys. der Sinnesorganen, XII, 1896, S. 114.

[5]) v. d. HOEVEN und DE KLEYN: Pflügers Archiv, Bd. 169, 1917, S. 241.

stellungen überhaupt (wodurch die sechs möglichen Lokomotionsformen angedeutet werden) eine bestimmte Augenstellung gehört.

§ 7. Bemerkungen über die Entwicklung der Koordination der Augenbewegungen und der Lokomotion überhaupt.

Bei den niederen Wirbeltieren, so haben wir SS. 83, 88 gesehen, entwickelt sich die freie Ortsbewegung gleichzeitig mit dem früh seine volle Entwicklung erreichenden Labyrinth und mit der Ausbildung des Striatums. Mit dieser Ortsbewegung sahen wir die Entwicklung der Augenbewegungen eng verbunden. Beide, sowohl Lokomotion als Augenbewegungen, geschehen in drei Ebenen: und zwar in sechs Formen:

1. 2. Laterale horizontale Deviation nach beiden Seiten (in der horizontalen Ebene); 3. 4. Rollung oder Rotation nach beiden Seiten (in der frontalen Ebene); 5. Deviation nach oben (hinten) und 6. unten (vorn) (in der vertikalen Ebene). Die normale Körperstellung ebenso wie die mediane Augenstellung ist ein Kompromisz zwischen diesen verschiedenen Bewegungstendenzen. Für die Wirbeltiere mit horizontaler Körperachse entwickelt sich ein vollständiges Posturalreflexsystem und ein Augenbewegungsmechanismus. Die retinale Orientierung der Fische wird durch das Zusammenwirken des LYON'schen Kompensationsreflexes mit dem Rotationsreflex [1]) verbürgt.

Während das periphere rezeptorische Organ der Augen ebenfalls in der Reihe der Wirbeltiere früh seine definitive Form empfangen hat, liegt eine lange Entwicklung, bisher nur zum Teile untersucht, der cerebralen Projektion und namentlich der Augenbewegungsmechanik den jetzigen Verhältnissen am Menschen zugrunde. Es ist klar, dasz der Augenbewegungsmechanismus in enger Verbindung mit der cerebralen Projektion zustande kam.

Namentlich zweimal hat — so müssen wir schlieszen — eine gründliche Umstellung des vestibulo-motorischen Mechanismus eintreten müssen: 1. als die Gesichtsfelder der einzelnen Augen der Prosimier sich immer mehr übereinander lagerten und 2. als der Anthropoid in Verbindung mit dem Baumleben anfing seine Wirbelsäule vertikal statt horizontal zum Schädel zu tragen (aufrechter Gang).

Unter den Prosimiern ist sicherlich Tarsius eine wichtige Form. Dieses Tier hat schon Gesichtsfelder, die sich groszenteils decken. Ihm fehlt aber eine Fovea und ein gelber Fleck. Dagegen kann er den Kopf um 180 ° drehen, ohne die Rumpfhaltung ändern zu müssen, eine Entwicklung im Sinne einer stärkeren konjugierten Deviation. Hiermit in Verbindung steht wohl, dasz sein Vorahne Nycticebus noch eine Retina ohne differenzierte Area besitzt, während beim Tarsius zum ersten Male ein Primordium maculae luteae gefunden wird und dazu ein vergröszerter dorsaler Kern des lateralen Kniehöckers. Es leuchtet ein, dasz die

---

[1]) TRACY: Development of motility in opsanus tau. Jnl. Comp. Neur., Bd. 40, 1926, S. 324.

nunmehr notwendige physiologische Korrelation beider Gesichtshälften zur Neukonstruktion des Tractus opticus führen musz, und dasz auch die Augenmuskelkerne sich anders zu verhalten anfangen; von nun an wird in Hinsicht auf die Entwicklung der Akkommodation der Oculomotoriuskern zerklüftet (BROUWER). Diese Entwicklung der Oculomotoriuskerne und namentlich die supraponierten Zentren musz während der Entwicklung von Prosimier zu Simier noch viel weiter gehen, die Fixierung auch in schiefer Stellung wird möglich. Zugleich kommt aber nach WOOLARD [1]) eine Reduktion der optischen Reflexe zustande und so zeigt Tarsius auch zum ersten Male ein Überwiegen des Gesichtsareals der Hirnrinde über das Riechareal (ELLIOT SMITH [2])), während zu gleicher Zeit auch die taktilen und akustischen Areale vergröszert erscheinen. Während die niederen Säugetiere, so musz man mit TREACHER COLLINS [3]) annehmen, Besonderheiten am gesehenen Objekt nicht wahrnehmen können, wird das jetzt dank der Fovea centralis möglich und damit werden neue Entwicklungspfade erschlossen.

Während das Baumleben einen stärker fördernden Einflusz auf die Entwicklung dadurch ausübte, dasz es die Hand zum Fassen der Nahrung und zur genauen Inspektion freimachte (HARRIES), hat das Wiederaufsuchen des Bodens durch die Vorfahren der Menschaffen zunächst die Folge gehabt, dasz die schnellen Bewegungen (des Augen, des Nackens) und das stereoskopische Sehen und die Akkommodation [4]) grosze Bedeutung erlangten. Indem es die vollständige Befreiung der Hand von der Lokomotion herbeiführte, forderte es dadurch deren corticale Repräsentation, veranlaszte aber vor allem durch den aufrechten Gang einen ganz neuen Aufbau der posturalen Verhältnisse, d.h. vor allem der vestibulären Kerne und ihrer sekundären und tertiären Gebilde. Dasz dieser Prozesz schon bei niedrigen Affen angefangen hat, erhellt aus der Tatsache, dasz schon bei diesen Tieren die typisch heftigen Rollbewegungen, mit HERTWIG-MAGENDIE-Schielstellung kombiniert, nach Läsion der vestibulären Medullargegend nicht mehr vorkommen [5]), was als Beweis gelten kann, dasz die althergebrachten kompensatorischen Reflexbewegungen anfangen verloren zu gehen um schlieszlich beim Menschen nur gelegentlich als ein atavistischer Überrest noch in die Erscheinung zu treten (SS. 31, 441, 447). Gleich vernichtend wirkte der aufrechte Gang auf diejenigen posturalen Mechanismen, die mit den horizontalen Zwangsbewegungen (Manegebewegung und konjugierter Deviation) — und deshalb mit der Lokomotion

---

1) WOOLARD: Brain, 1926, S. 103.

2) ELLIOT SMITH: Evolution of Man, 1928, S. 150.

3) TREACHER COLLINS: Transact. Ophthal. Soc., United Kingdom, 1921, S. 29.

4) Diese beträgt für Kaninchen O, Hunde 2 D, für die höheren Affen 12 D.

5) Ob bei den Vierfüszlern das in der frontalen Ebene mehr gefährdete Gleichgewicht, oder aber der Umstand, dasz die kompensatorischen Bewegungen in der frontalen Ebene, die für die unaufhörlichen rotatorischen Bewegungen des Kopfes so überaus wichtig sind, die Hauptrolle spielen, müssen wir dahingestellt sein lassen.

überhaupt — in Verbindung standen. Während die Vorwärtsbewegung der auf breiter Grundfläche gestützten Vierfüszler nichts anderes ist, als die Resultate von Manegebewegung nach rechts und links, sowohl was die Haltung des Rumpfes und des Halses als auch was die Stellung der Augen angeht, so muszte die Fortbewegung selbst fundamental anders organisiert werden, und vom ganzen Komplex der Manegebewegung blieb als Untersuchungsobjekt für die Kliniker nur ein Rest — wenn auch ein wichtiger Rest —, die konjugierte horizontale Deviation von Kopf und Augen (beim Ausfallen eines H.L.B. zu beobachten), übrig. Im Fortbewegungsmechanismus der aufrechtgehenden Säuger spielt nunmehr das Vornüberfallen, und damit — so nehmen wir an — die zentralen Haubenbündel und die untere Olive mit den grauen Kernen und dem Neostriatum, die Hauptrolle.

Um so wichtiger wurden bei der aufrechten Körperstellung die horizontalen Augenbewegungen, weil Überblicken des Gesichtsfeldes — das bei den Vierfüszlern vor allem aus einer Betätigung der rotatorischen Augenbewegungen in der frontalen Ebene besteht — weiterhin fast ausschlieszlich den horizontalen Bewegungen obliegt. Ganz verloren geht bei der Lokomotion die frühere Einheit der Deviation: Rumpf, Hals, Augen. Die Innervation der Augenbewegungen fängt an auf ganz eigenen Bahnen sich weiter zu entwickeln und der zweibeinige aufrechte Gang ebenfalls. Die in früheren Stadien immer in senkrecht zueinander stehenden Ebenen vor sich gehenden Zwangsbewegungen, Manegebewegung und Rollbewegung um die Längenachse, geschehen nunmehr in derselben Ebene. Weiter treten mehr als früher die Lokomotionen (und Augenbewegungen) in der vertikalen Ebene, nach vorn und hinten, in den Vordergrund. Das Gleichgewicht in dieser Ebene, das früher so sehr gesichert war, wird mit dem aufrechten Gang das meist gefährdete, was im Gehirn seinen anatomischen Ausdruck in der Entwicklung der unteren Olive mit seinem Anhang des Kleinhirns, der zentralen grauen Kerne, gewisser Teile des Striatums und der verbindenden zentralen Haubenbahnen hinterläszt.

Dieser so tief eingreifende aufrechte Gang in seiner beim Homo Sapiens vollendeten Form wurde anscheinend vom Neanderthaler noch nicht erreicht. Zwar steht bei beiden das Labyrinth schief nach hinten [1]); Benoit Gonin fand bei 25 normalen Individuen nur in 3 Fällen den Stand des horizontalen Bogenganges wirklich horizontal, in 22 Fällen schief. Der Unterschied zwischen dem heutigen Menschen und dem Neanderthaler liegt vor allem darin, dasz nur beim Menschen die drei oberen Halswirbel konvex nach vorn stehen. Es beruht wohl auf diesem Umstande, dasz die eigentümliche Haltung des Halses nach vorn beim Neanderthaler so affenähnlich wirkt.

Während die Carnivoren zweifellos hoch koordinierte Augenbewegungen besitzen, trifft man bei den Primaten besonders hoch ent-

---

1) Girard: Annales des malades de l'oreille, XLI, 1922, S. 378, und Benoit Gorin und Lafitte Dupont: Comptes Rendues Soc. Biol., LXII, 1906, S. 8.

wickelte Konvergenz, zusammen mit stereoskopischem Sehen, und dabei Lokalisation zweier Bilder auf einer Cortexstelle. Eng findet man bei den letzteren verbunden:

1. Das Formsehen; 2. Akkommodation; 3. Konvergenz. Zu der Entwicklung des Homo sapiens war der aufrechte Gang Vorbedingung, nicht nur zur weiteren Entwicklung des Sehvermögens, sondern auch zur Befreiung der Hand von der Lokomotion. Blicken und Spähen können wohl nur die Affen und der Mensch; sie besitzen einen gelben Fleck und dabei ein hoch koordiniertes Augenmuskelspiel. — Sehen deshalb die Vögel, welche doch auch einen gelben Fleck haben, weniger? ROCHON DUVIGNEAUD[1]) ist der Meinung, dasz diese Tierklasse mit anderen Mitteln als dem binoculären Sehen mindestens dasselbe erreiche. VAN GENDEREN STORT und ENGELMANN stellten fest, dasz der Entwicklung der Zäpfchen (bei Vögeln und Primaten), welche sich bei starkem Licht zusammenziehen, eine grosze Bedeutung zukommt. In der Mitte der Fovea der Vögel stehen 8000 Zäpfchen nahe zusammen.

§ 8. Schluszfolgerungen aus Kap. 31.

1. Weder den Reizungs- noch den Abtragungsversuchen, noch auch den ausgiebigen anatomischen Untersuchungen, sei es experimentellen oder aber klinisch pathologischen, ist es gelungen, einwandsfreie, corticale Blickbahnen (für horizontale oder vertikale Augenbewegungen) nachzuweisen; ebensowenig wie es der physiologischen oder klinischen Forschung gelungen ist, irgend einen direkten Einflusz der corticalen Gebilde auf die verschiedenen Zwangsbewegungen festzustellen. Sicher ist, dasz der sogenannten willkürlichen Augenbewegung ein starkes reflektorisches Element innewohnt. Die Augenmotilität ist zweifellos ganz anders organisiert als die sonstige Willkürbewegung. Das gesamte zur Lösung dieses Problems vorliegende Material spricht für die vorherrschende Bedeutung der striären Kerne für diese Funktion. Nur indirekte corticale Beeinflussung via die thalamischen Kerne wäre vom anatomischen Standpunkte denkbar. Für die Deutung der wiederholten Angaben der Physiologen, welche wenigstens horizontale Blickwendung mit stärkerer faradischer Reizung hervorrufen konnten, ist die Möglichkeit der Existenz von Stromschleifen durch das Striatum, dessen supra-vestibuläre und oculomotorische Bedeutung feststeht, noch nicht endgültig ausgeschlossen. Sicherlich bestehen keine frontalen oder occipitalen Hirnzentren für die Augenbewegungen, denen die motorischen Zentren für die willkürliche Muskulatur in den prärolandischen Windungen vergleichbar sind. Ein kritischer Überblick über das anatomische, physiologische und klinische Material zeigt, dasz bis jetzt der Beginn einer willkürlichen Blickbahn in irgend einem Abschnitt des Vorderhirncortex nicht einwandsfrei bewiesen werden konnte. Für die Lösung dieses Problems scheint es angebracht, aufs neue die

[1]) ROCHON DUVIGNEAUD: Bull. Soc. d'Anthropol., 1920, S. 1—30.

älteren Angaben über faradische Hirnrindenreizung nachzuprüfen, wobei die supra-vestibuläre, und deshalb oculomotorische Bedeutung des Corpus striatum nicht übersehen werden darf. Ohne genauesten Ausschlusz von Stromschleifen durch die striären und commissuralen Bahnen ist solchen Versuchen kein Wert beizumessen.

2. Bei der Fixierung des Blickes erscheint prinzipiell (vergl. S. 495 S. 486 oben) nur das Richten der Aufmerksamkeit willkürlich, im übrigen kommen alle Augenbewegungen als Reflexe zustande. Damit beide Blickachsen in eine Ebene fallen, werden die höhendifferenten Doppelbilder durch die Fusionstendenz zum Verschwinden gebracht.

3. Für die Wirbeltiere mit horizontaler Körperachse entwickelte sich ein vollständiges Posturalreflexsystem und ein daran angepaszter Augenbewegungsmechanismus, der für die Primaten wenigstens zweimal gründlich umgestellt wurde, 1. als die Gesichtsfelder der Prosimier sich immer mehr übereinander lagerten, und 2. als der Anthropoid in Verbindung mit dem Baumleben anfing, seine Wirbelsäule vertikal statt horizontal zum Schädel zu tragen. Die Entwicklung der Fovea und der Akkommodation, welche ausschlieszlich den Affen und dem Menschen das Blicken und Spähen ermöglichen, haben einen ganz neuen Aufbau der posturalen Verhältnisse, vor allem der vestibulären Kerne und ihrer sekundären und tertiären Gebilde, herbeigeführt. Die Rollbewegung verschwindet, weil die Lokomotion in der Ebene parallel der Wirbelsäule zugunsten einer Lokomotion senkrecht zur Wirbelsäule aufgegeben wird. Damit tritt eine Verschiebung des Gleichgewichts auf (mit entsprechender Weiterentwicklung der betreffenden Nervenbahnen und Zentren), das nun in der vertikalen, der antero-posterioren (aber auch der frontalen) Ebene am meisten gefährdet; demgemäsz gewinnen die entsprechenden Zwangsbewegungen an Wichtigkeit: nämlich Fallen nach vorn und hinten, und nach rechts und links, was den Stamm, Nystagmus nach unten und oben, nach rechts und links, was die Augen anlangt — alles Formen der Motilität, die im wesentlichen nicht von der Hirnrinde und ihren Bahnen abhängig sind, sondern vom supra-vestibulären System.

VERZEICHNIS UND ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN 30 BIS 40.

Abb. 30 oben (S. 363). Sciurus Vulgaris (Eichhörnchen). 1. Bild: Querschnitt durch den Hirnstamm zur Höhe der III-Kerne. Sowohl die Oculomotoriuskerne als auch das H.L.B. (F.L.P. in der Abbildung), bes. aber die Nuc. comm. post. (Nu.co.po.) und interstitialis (N.Int.) zeigen, verglichen mit dem Kaninchen, eine ungewöhnliche Ausbildung. Der Nuc. comm. post. zeigt sogar links eine gesonderte, bis auf seinen ventro-medianen Abschnitt, wo er mit dem Nuc. interstitialis und Nuc. III verwachsen erscheint, geschlossene Kapsel. Zu beiden Seiten des Aquaeducts sieht man dorso-mediane Faserbündel, die bes. aus dem Nuc. med. grisei hervorzukommen scheinen. In Bild 2 erscheinen etwa 8 Schnitte oral von 1. der Nuc. comm. post. (N.Co.p.) und Nuc. interstitialis (N.Int.) gesondert; der letzte ist auch im 3. Bild noch sichtbar. Der Nuc. lat. grisei ist im 2. Bild gut entwickelt; im 3. Bild übertrifft er an Ausdehnung den medianen. Hier erscheinen die lateralen Verbindungen der zentralen grauen Substanz mit dem Noyau médian Luys, dem Neostriatum usw. Im 4. Bild trifft man auf die Commissura media, in welcher Kollateralen beider grauen Kerne diese lateralen Verbindungen herstellen. Wie ausgedehnt die grauen Kerne des Eichhörnchens sind, sieht man an der starken Ausbuchtung der F. retroflexus, der hier seinem Ursprung, dem Gg. habenulae, zustrebt.

Abb. 30 unten bringt eine ähnliche Serie vom Maulwurf. Das 1. Bild illustriert die weitgehende Atrophie der Oculomotoriuskerne; der Nuc. comm. post. (N.co.p.) ist gut, der Nuc. interstitialis sogar stark entwickelt. Laterale Verbindungen dieser Kerne ziehen anscheinend zum Tectum und Corp. gen. lat. Der laterale graue Kern tritt gegenüber dem medialen Kern, auch im 2. und 3. Bild, stark in den Vordergrund. Die Comm. med. (3. Bild) ist stark, die Commissura posterior nur wenig entwickelt. Der Fasc. retroflexus tritt mitten durch den massalen lateralen grauen Kern hindurch (was bereits in GANSERs Abbildungen auffiel); dieser Kern geht unmittelbar in den lateralen Thalamuskern über (4. Bild).

Abb. 31. Sieben Durchschnitte illustrieren die besonderen Verhältnisse beim Tummler, einer Cetacae. Bild 1. illustriert den N. IV, den Faserreichtum der Wernekinkschen Kreuzung und des H.L.B. in allen seinen Abschnitten. Im 2. Bild findet man den stark gegliederten Nuc. III, und den Nuc. comm. post. (Nuc.C.p.), der einen medianen und einen lateralen Auswuchs zeigt. Im 3. und 4. Bild fallen die starken dorso-medianen Bündel (wahrscheinlich Verbindung der grauen Kerne mit Oblongata-Zentren, bes. den unteren Oliven) sowie die starke Entwicklung der III-Kern-Abschnitte auf, die viel-

fach mit dem Nuc. comm. post. (Nuc. comm. p.) und dem Nuc. interstitialis verwachsen sind; spärliche Rotkernzellen tauchen auf (N.R.). Im 4. Bild ist der Nuc. ellipticus bereits stark entwickelt; wir sehen in ihm nichts anderes als den ungewöhnlich entwickelten lateralen grauen Kern, bes. im Falle des Tummlers. Im 4. und 5. Bild wird dieser Nucleus ellipticus (im 4. Bild das dorsale Gebilde) zu $^4/_5$ von der Pars lateralis grisei, zu $^1/_5$ von der Pars medialis grisei formiert. Das ventrale, nicht vollständig umkapselte Gebilde stellt den oralsten ventro-medialen Abschnitt des III-Kerns dar, erkennbar am Austreten der III-Wurzel; das laterale Areal dieses Gebildes (im 4. Bild) wird m.E. von den stark zusammen gewachsenen Nuc. comm. post. und Nuc. interstitialis gebildet. Im 6. und 7. Bild sieht man das dorsale Ende des Nuc. ellipticus, dessen Pars medialis und lateralis deutlich erkennbar sind.

Abb. 32 links. Beim Seehund (Foca vitulina) zeigt sich sowohl eine starke Entwicklung des Nuc. lat. und med. grisei als auch eine sonst wohl nirgends angetroffene Ausdehnung und Verdoppelung der beiden Commissurkerne. Der. Nuc. comm. posterior (Nu.co.po.) hat einen dorsalen Auswuchs, der lateral vom medianen grauen Kern in die lateralen grauen Kerne eindringt und auszerdem 2 kleinere Abschnitte, einen lateralen (nicht in der Abb.) und einen ventralen.[1]) Der Nuc. interstitialis hat einen medialen und einen lateralen Abschnitt. Der mediale Abschnitt des Nuc. interstitialis und der ventrale Lobus des Nuc. comm. post. sind mit den oralen Abschnitten des III-Kernes eng verwachsen. Der laterale Nuc. interstitialis erstreckt sich bis weit lateral vom F. retroflexus (F.Ret.) aus, und berührt einen starken Faserstrang, der dem Nuc. lat. thalami zustrebt und den ich für die sekundäre Trigeminusbahn halte. — Lemur catta, in Abb. 32 rechts, zeigt ebenfalls besondere, aber anders geartete Entwicklung der Commissurkerne, weniger der grauen Kerne. Beide Commissurkerne (der mediale und der laterale) sind zu einem groszen Teile zusammengewachsen und von einer ventral offenen Kapsel umschlossen.

Während Abb. 33: Choloepus (Faultier), den umkapselten Nuc. comm. post. (Nu.co.po.) als wichtigstes Ergebnis im 2., 3. und 4. Bild zeigt, sei für Abb. 34 (Katze) und 35 (Kaninchen) auf den merkwürdigen Unterschied in der Gliederung der medialen und lateralen grauen Kerne hingewiesen. Bei der Katze ist der Nuc. medialis in allen Schnitten stark entwickelt; der laterale ist erst im 4. Bild so stark entwickelt, dasz er den medialen etwas an Umfang übertrifft. Beim Kaninchen dagegen ist schon im 1. Bild der laterale Kern (+) starker entwickelt als der mediane. Auch das Nisslbild (5. Bild) zeigt den Unterschied in der Zellenstruktur deutlich. Die besonderen Verhältnisse beim Elefanten (Abb. 36) sind wiederholte Male besprochen worden (SS. 134, 136, 138, 375, 376, 382). Während in den ersten 4 Bildern nur die besondere Gliederung des Nuc.

---

[1]) FUSE und OGAWA nennen diesen Abschnitt Nuc. Bechterew.

Edinger-Westphal und der deutliche Ursprung des Tr. commissuro-medullaris (2. und 3. Bild) aus dem Nuc. comm. post. auffällt, sehen wir oralwärts in Bild 5 bald die medialen grauen Kerne sich zu den mächtigen Nuc. elliptici entfalten und im 6. Bild zu *einer* Masse in der Medianlinie verschmelzen. Im 5. Bild ist noch ein starker Tr. dorso-medialis vorhanden. Der Nuc. lateralis grisei zeigt sich, dorsal dem Nuc. medialis angelagert, erst im 5. Bild, um im 8. Bild, medial vom Campus Foreli, zu verschwinden.

Abb. 38 (S. 383) gibt 5 verschiedenen Querschnitte, links vom III-Ventrikel, beim Menschen und zwar in jedem Bild links Weigert-, rechts die Nissl-färbung. Man bemerkt in allen Bildern die mächtige Entwicklung des medialen grauen Kerns (Nuc. med. grisei.); erst im 3. und 4. Durchschnitt entfaltet sich der laterale Kern einigermaszen; dieser Kern geht im 4. Schnitt direkt in das Centr. médian Luys über. Die Faserung des medialen Kerns umgibt den lateralen Kern wie eine Halbinsel.

Während die Verhältnisse beim Schweinsaffen (Abb. 40 oben) an diejenigen der Katze und des Kaninchens erinneren, zeigen die Bilder des Schimpansen (40 unten) starke Ähnlichkeit mit den Bildern des Menschen.

Abb. 41 (S. 388) zeigt in 4. Schnitten den Befund vom Rothmannschen „hirnlosen" Hund. Zunächst fällt im 2. Bild links die relative Atrophie des zentralen Graus und des zentralen Haubenbündels auf, wohl in Verbindung mit der nahezu völlig gelungenen linksseitigen Abtragung des Neostriatums. Sowohl die Veränderungen in den unteren Oliven (Abb. 25 b, S. 293) (anatomisch), als auch die ausgesprochene Neigung zum Aufbäumen (physiologisch) dürften mit diesen Verletzungen in Verbindung stehen. Andrerseits hat rechts der Globus pallidus schwerer gelitten — beide Pallida sind lateralwärts verzogen —; demzufolge erscheint der Nuc. comm. post. (Nu.co.po.) auf der rechten Seite, sowie auch der medianste Abschnitt des H.L.B. atrophisch. Das Tier zeigte, wie bei diesem Befunde zu erwarten war, monatelange Manegebewegung nach rechts.

Bezeichnungen. Es bedeutet:

a. In sämtlichen Bildern:: F. retr. oder retr. = Fasc. retroflexus; Nc. p. oder Nu.co.po. = Nuc. comm. post.; N. Inst. = Nuc. interstitialis; Gg. hab. = Ganglion habenulae; Nuc. medialis oder Pars lateralis = medialer Kern des zentralen Graus.

b. Im einzelnen: Abb. 30, 4. Bild.Co.Fo. = Columna Fornicis; N. med. thal. = Nuc. med. thalami. In Abb. 31, 1. und 4. Bild Aq.D. = Aquaeduct; N.Elp. = Nuc. ellipticus (Pars lat., Pars med.). Im 5. Bild: lemn. = Lemniscus. In Abb. 32 a Tr. cerebello-dienceph. = Bindearm; Tr. dorsomed. (griseo-olivaris) = Tr. dorso-medialis; Nuc. camp. For. = Nuc. Campi Foreli; Subst. nig. = Substantia nigra. Abb. 32 b Nu.Co.p. incaps. = Nuc. comm. post. incapsulatus; Ped.co.mam. = Pedunculus corporis mamillaris; Tr. ped. transv. = Tractus pedunculi transversus. Abb. 34, Bild 7. Vicqd'Az. = Tr. Vicq. d'Azyr; Col. desc. forni = Columna descendens fornicis.

NAMEN-REGISTER

A.

B.

C.

D.

E.

F.

G.

H.

I.

J.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

Q.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

Y.

Z.

SACH-REGISTER

A.

B.

C.

D.

E.

F.

G.

H.

I.

J.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

Z.


WELLCOME
LIBRARY
INSTITUTE